

# **Die Behandlung der instabilen per- und subtrochantären Femurfraktur unter besonderer Berücksichtigung der reversed fracture**

**Dissertation  
zur Erlangung des akademischen Grades  
doctor medicinae (Dr. med.)**

**vorgelegt dem Rat der Medizinischen Fakultät  
der Friedrich-Schiller-Universität Jena**

**von Rico Ehms  
geboren am 27.01.1970 in Ilmenau**

Gutachter:

1. Univ.-Prof. Dr. med. E. Markgraf, ehemaliger Direktor der Klinik für Unfallchirurgie, Friedrich-Schiller-Universität Jena
2. Univ.-Prof. Dr. med. habil. K.H. Winker, Chefarzt der Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie, HELIOS Klinikum Erfurt
3. Prof. Dr. med. Dr. rer. nat. G. O. Hofmann, Chefarzt der Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie Universitätsklinikum Jena

Tag der öffentlichen Verteidigung: Dienstag, 05.02.2008

---

Meinen Eltern, Ingrid und Harald Ehms, sowie  
meiner geliebten Sandra und  
unserem Söhnchen Arthur Hannibal gewidmet.

---

## Verzeichnis der Abkürzungen

Abkürzung	Erklärung	Abkürzung	Erklärung
A.	Arteria	ME	Metallentfernung
Abb.	Abbildung	mod.	modifiziert
ADL	Activities of Daily Living	N.	Nervus
AHB	Anschlussheilbehandlung	n	Anzahl
AO	Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen	OP	Operation
a.-p.	anterior-posterior	pAVK	periphere arterielle Verschlusskrankheit
ARDS	Adult Respiratory Distress Syndrome	PFN	Proximaler Femurnagel
ARS	Antirotationsschraube	postop	postoperativ
ASA	American Society of Anesthesiologists	präop	präoperativ
BGSW	Berufsgenossenschaftliche stationäre Weiterbehandlung	SHS	Schenkelhalsschraube
CCD-Winkel	Corpus-Collum- Diaphysenwinkel	stat.	stationär
DCS	Dynamische Condylenschraube	subtr.	subtrochantär
DHS	Dynamische Hüftschraube	Tab.	Tabelle
Diag.	Diagramm	TIA	Transitorisch- ischämische Attacke
fem.	femoralis	u.a.	unter anderem
ggf.	gegebenenfalls	UFN	Unaufgebohrter Femurnagel
H-TEP	Totale Hüftendoprothese	w	weiblich
KHK	Koronare Herzkrankheit	Z. n.	Zustand nach
Lig.	Ligamentum	z.B.	zum Beispiel
LISS	Less Invasive Stabilization System		
M.	Muskulus		
m	männlich		

# Inhaltsverzeichnis

	<b>Seite:</b>
<b>1. Zusammenfassung</b>	1
<b>2. Einleitung</b>	3
<b>3. Ziele der Arbeit</b>	10
<b>4. Patienten und Methode</b>	11
<b>5. Ergebnisse</b>	17
5.1. Operationsdauer	17
5.2. Postoperative Sonografie	18
5.3. Stationäre Aufenthaltsdauer	19
5.4. Postoperative Belastbarkeit	20
5.5. Weiterbehandlung	22
5.6. Röntgenologische Ergebnisse postoperativ und im Verlauf	24
5.7. Röntgenologische Ergebnisse und Revision	25
5.8. Intraoperative Komplikationen	26
5.9. Postoperative Komplikationen	28
5.10. Cerclage als Zusatzimplantat	34
5.11. CCD-Winkel postoperativ und im Verlauf	36
5.12. Score nach Merle d'Aubigné und Postel	37
5.13. Activities of Daily Living	38
5.13.1. Barthel-Index	38
5.13.2. Aktivitätsindex nach Katz	39
5.14. Reversed fracture	41
5.15. Letalität	43
<b>6. Diskussion</b>	44
<b>7. Schlussfolgerungen</b>	56
<b>8. Literaturverzeichnis</b>	58
<b>9. Anhang</b>	64

Score nach Merle d'Aubigné und Postel	64
Activities of Daily Living	65
Barthel-Index	65
Aktivitätsindex nach Katz	67
Benotung, Revisionen, Ursachen und Behandlung nach PFN	68
Intraoperative Komplikationen PFN, Verlauf und Operateur in Abhängigkeit der Frakturklassifikation	70
Fallbeispiele	78
Fallbeispiel 2	78
Fallbeispiel 3	81
Fallbeispiel 4	82
Fallbeispiel 5	83
Danksagung	84
Lebenslauf	85
Ehrenwörtliche Erklärung	86

## **1. Zusammenfassung**

Die per- und subtrochantären Frakturen des älteren Menschen gehören zu den häufigsten knöchernen Verletzungen im klinischen Alltag. Trotz hervorragender technischer Innovationen bei Instrumenten und Implantaten bleiben die instabilen Frakturen in der operativen Versorgung ein Problem. Eine besondere Stellung hat die reversed fracture, die durch den umgekehrten Frakturverlauf und den Muskelzug als besonders instabil und problematisch gilt. Ziel der Arbeit war es, die Ergebnisse bei der Behandlung der instabilen per- und subtrochantären Fraktur unter besonderer Berücksichtigung der reversed fracture zu evaluieren, mit anderen Arbeiten zu vergleichen und Rückschlüsse für die Optimierung der Frakturversorgung zu ziehen.

In einer retrospektiven Studie wurden 153 Patienten mit 156 instabilen per- und subtrochantären Frakturen, die im Zeitraum vom 01.01.2000 bis 31.03.2003 operiert wurden, erfasst und ausgewertet. Das Durchschnittsalter betrug 75 Jahre. Als intramedulläres Implantat kam der PFN (n=125) und PFN lang (n=31) zum Einsatz. Die Nachuntersuchung von 47% der Patienten, durchschnittlich 28 Monate nach dem Unfall, erfolgte zur Erfassung des Score nach Merle d'Aubigné und Postel, des Barthel-Index und dem Aktivitätsindex nach Katz.

Die durchschnittliche Operationsdauer (Schnitt-Nahtzeit) betrug 70 min. 84% aller Patienten war postoperativ die Vollbelastung des operierten Beines erlaubt. Die stationäre Behandlung in der Unfallchirurgie betrug im Durchschnitt 17 Tage. Zu den postoperativen Komplikationen zählten 5,2% revisionspflichtige Hämatoeme und Serome, 7,3% chirurgisch therapierte Infekte, 11,5% Reoperationen zum Teil mit Systemwechsel, 4% Pseudarthrosen und 5,3% perioperative Letalität.

Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung konnten 64% aller Patienten einen Scorewert nach Merle d'Aubigné von sehr gut, 29% gut und 7% mäßig erreichen. Der Barthel-Index verringerte sich von 90 auf 78 um 12 Punkte. 82% erreichten einen Aktivitätsindex der Gruppen A-C nach Katz.

Die Operationsdauer und die postoperative Komplikationsrate bei der Versorgung der reversed fracture sind im Vergleich zu den A 2 Frakturen höher. Im Outcome ergeben sich keine signifikanten Unterschiede. Wir schließen aus unseren Ergebnissen, dass der PFN als Vertreter der intramedullären Implantate bei der Versorgung der reversed fracture ein geeignetes Implantat darstellt. Als Zusatzimplantat empfehlen wir die Verwendung von Drahtcerclagen, um das Repositionsergebnis zu sichern. Als Alternative ist die DHS mit Trochanterabstützplatte zu erwähnen.

Die instabile per- und subtrochantäre Fraktur darf aufgrund ihrer Häufigkeit und technisch anspruchsvollen Versorgung nicht bagatellisiert werden. Die anatomische Reposition und ideale Implantatlage sind Voraussetzungen für einen komplikationsarmen Verlauf. Die genaue röntgenologische Analyse des Operationsergebnisses in zwei Ebenen während der Operation sollte Standard sein, ungenügende Implantatlage oder Repositionsergebnisse dürfen nicht toleriert werden und müssen ggf. durch Zusatzimplantate korrigiert oder ergänzt werden. Wenn es trotz anatomisch korrekter Reposition und idealer Implantatlage zu sekundären Fehlstellungen oder Implantatversagen kommt empfehlen wir keine erneute Osteosynthese, sondern die Implantation einer Endoprothese.

Die Aufklärung des Patienten über eine suffiziente Prophylaxe von Folgefrakturen bei Osteoporose sollte Selbstverständlichkeit sein.



## 2. Einleitung

Die Frakturen des proximalen Femur sind durch eine Vielzahl verschiedener Bruchformen gekennzeichnet. Neben den Hüftkopffrakturen, den medialen und lateralen Schenkelhalsfrakturen wird im Weiteren besonders auf die stabilen und instabilen per- und subtrochantären Femurfrakturen eingegangen (77).

Während die pertrochantäre Oberschenkelfraktur überwiegend ältere Menschen betrifft, finden sich subtrochantäre Frakturen in allen Altersstufen (69,76). Insbesondere die pertrochantäre Fraktur mit subtrochantärer Komponente scheint in den letzten Jahren gerade beim älteren Menschen an Bedeutung zu gewinnen. Hauptursache der pertrochantären Fraktur ist der banale Sturz meist im häuslichen Milieu auf die Hüfte. Die häufig multimorbiden Patienten stürzen über Treppen, Absätze oder Teppichkanten. Ursächlich sind synkopale Attacken, Gangunsicherheiten bei orthopädischen oder neurologischen Grunderkrankungen, Lokomotions- und Sehstörungen (52). Die subtrochantären Frakturen entstehen meist in Folge von Hochrasanztraumen, wie z.B. nach Verkehrsunfällen oder Sturz aus großer Höhe. Deshalb handelt es sich bei diesen Verletzten meist um polytraumatisierte Patienten (76).

Die Inzidenz von jährlich ca. 573 hüftnahen Frakturen pro 100000 Personen wird in den nächsten Jahren durch den wachsenden Anteil älterer Menschen in der Bundesrepublik Deutschland sowie die erhöhte Lebenserwartung noch ansteigen (3).

Der Operationszeitpunkt sollte möglichst innerhalb von 24 Stunden nach Trauma liegen, um die postoperativen Komplikationen wie Thrombembolie, Dekubitus, Verwirrtheit und Pneumonie zu reduzieren (14,18,52,57,60,61,71).

Um die Klassifikation und Besonderheiten der per- und subtrochantären Frakturen darstellen zu können, wird im Folgenden auf **anatomische Einzelheiten** eingegangen:

Am Trochanter major setzen für die Stabilität und Motorik des Hüftgelenkes wichtige Muskeln an. Der M. piriformis, M. gluteus medius, M. gluteus minimus sowie die in der Fossa trochanterica ansetzenden Muskuli gemellus superius, obturatorius internus, gemellus inferius und obturatorius externus bilden zusammen mit dem Trochanter major die so genannte laterale Zuggurtung als wesentlicher Stabilisator des Hüftgelenkes (Abb.1).

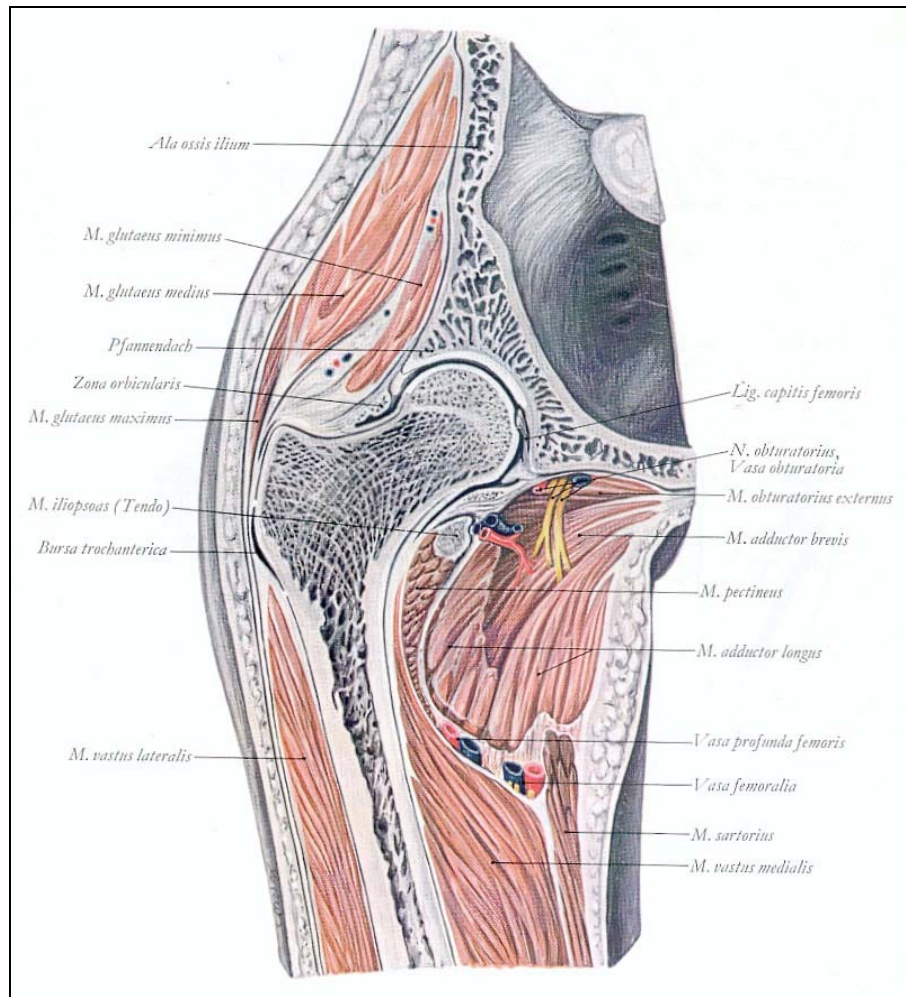


Abb.1: Anatomie des Hüftgelenkes (78)

Der Trochanter minor als Ansatzpunkt der Sehne des M. iliopsoas bildet zusammen mit dem Calcar die mediale Abstützung des Hüftgelenkes. Als Calcar wird die mediale Verstärkung der Kortikalis des Schenkelhalses bezeichnet (Abb.2). Durch den Muskelzug kommt es bei den subtrochantären Frakturen nicht selten zur Dislokation der frakturierten Trochantären (Abb.3) (76).

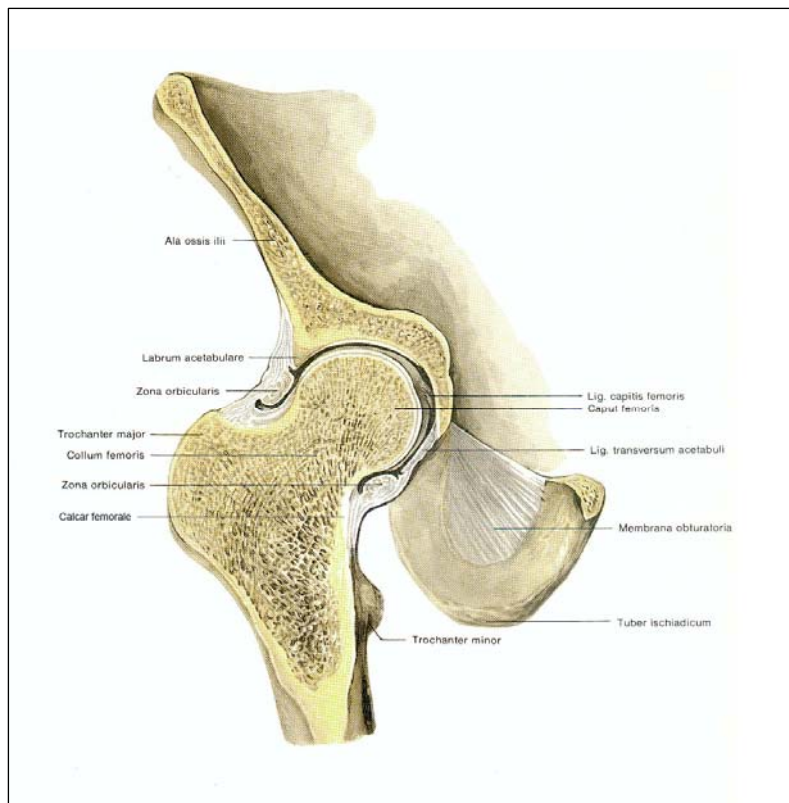


Abb.2: knöcherne Anatomie Hüftgelenk ( mod.7 )

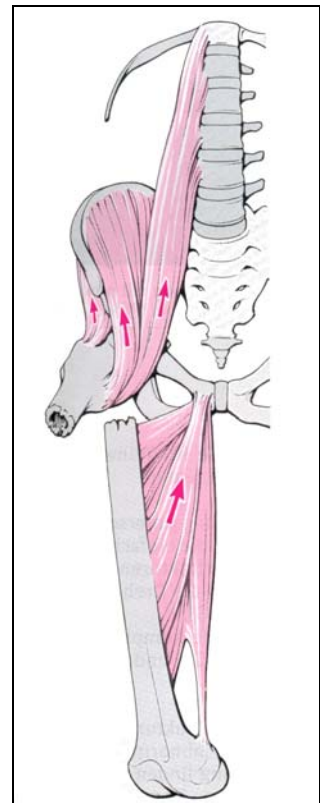


Abb.3: Wirkung der muskulären Zugkräfte bei subtrochantärer Fraktur (mod.32)

Die Einteilung der pertrochantären Femurfrakturen erfolgt durch die AO-Klassifikation nach Müller (44,76). Hierbei wird zwischen stabilen und instabilen Brüchen unterschieden. Charakteristisch für stabile, schräg durch den Trochanter major verlaufende Brüche ist die erhalten gebliebene mediale Abstützung des Schenkelhalses. Der Trochanter minor bleibt unverletzt bzw. bricht isoliert aus (AO Klassifikation 31 A1. 1-3). Instabile Brüche sind gekennzeichnet durch unterschiedlich große Anzahl von Zwischenfragmenten mit Beteiligung beider Trochantären (AO Klassifikation 31 A2. 1-3) bzw. die intertrochantäre Fraktur mit einfach schräg oder queren Frakturverlauf oder Mehrfragmentfrakturen (AO Klassifikation 31 A3. 1-3) (Abb.4).

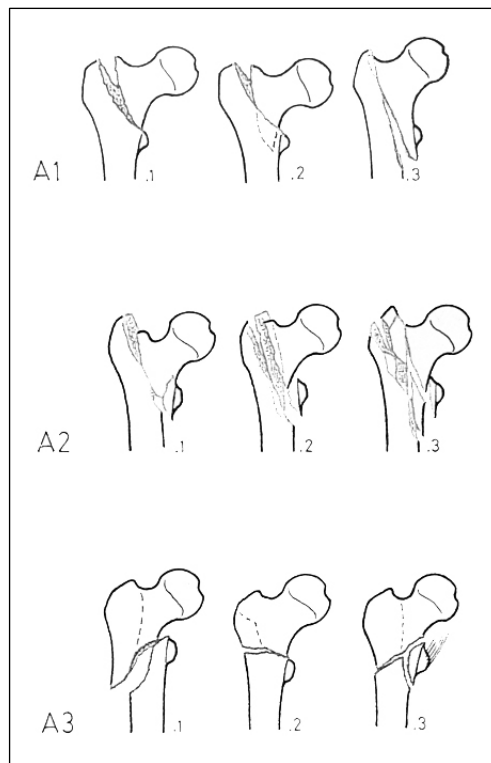


Abb.4: AO Klassifikation der peritrochantären Femurfrakturen nach Müller (44)

Als reversed fracture (reversal, englisch = umgekehrt) wird eine Sonderform der intertrochantären Fraktur bezeichnet. Im Gegensatz zum sonst von distal medial nach lateral proximal verlaufenden Bruchspalt liegt der umgekehrte Verlauf vor (76). Diese Fraktur hat durch den Muskelzug der Adduktoren von medial, der fehlenden medialen Abstützung sowie dem Muskelzug der lateralen Zuggurtung regelmäßig die Tendenz zur Dislokation. Die reversed fracture stellt aus diesen Gründen eine besondere Herausforderung an die osteosynthetische Versorgung durch den Chirurgen dar (Abb.5).

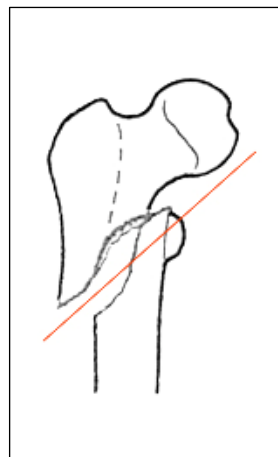


Abb.5: Frakturverlauf der reversed fracture (mod.44)

Bei den subtrochantären Frakturen wird zwischen den einfachen spiralförmigen, schrägen und queren (AO Klassifikation 32 A1.1-3.1), der Keilfraktur (AO Klassifikation 32 B1.1-3.1) und den Mehrfragmentfrakturen (AO Klassifikation 32 C1.1-3.1) unterschieden (Abb.6).

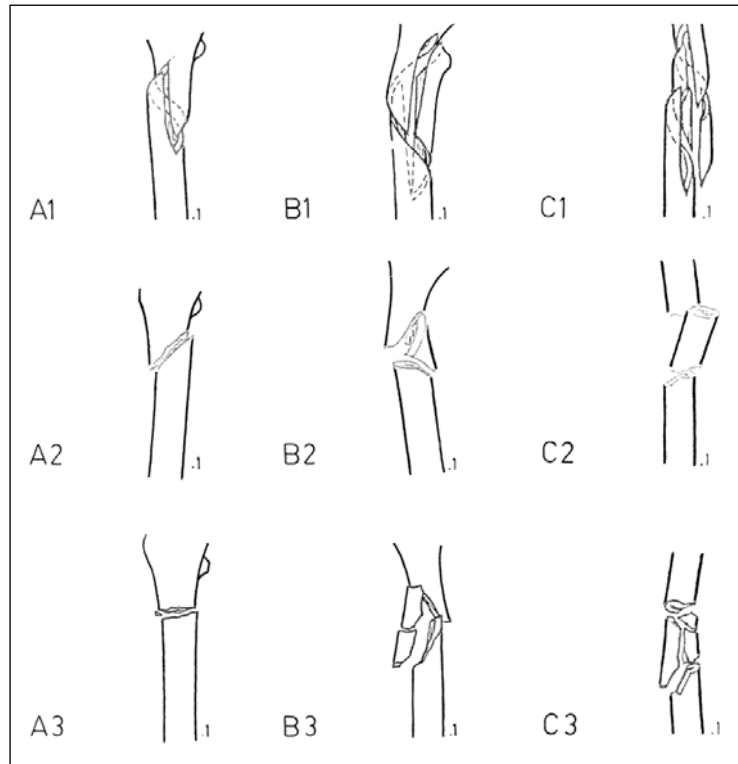


Abb.6: AO Klassifikation der subtrochantären Femurfrakturen nach Müller (44)

Das Ziel der operativen Behandlung ist eine frühzeitige Mobilisierung, um den prätraumatischen Aktivitätsgrad wieder zu erlangen. Es steht eine Vielzahl von intra- und extramedullären Kraftträgern zur Verfügung. Das ideale Implantat sollte eine sofortige Vollbelastbarkeit des betroffenen Beines und die Option der dynamischen Osteosynthese im Sinne einer Fraktursinterung gewährleisten. Des Weiteren sollte die Durchblutungssituation nicht verschlechtert werden und eine sichere Verankerung im osteoporotischen Knochen möglich sein. Eine einfache und standardisierte Anwendung des Implantats ist wünschenswert (76).

In den letzten Jahren hat sich bei stabilen, pertrochantären Frakturen die extramedulläre Stabilisierung, bei instabilen Frakturen die intramedulläre Versorgung als Standard entwickelt. Als Vertreter der extramedullären Implantate kommen beispielsweise die DHS, DCS oder die Kondylenplatte zum Einsatz (69,74,77) (Abb.7).



DHS © Synthes



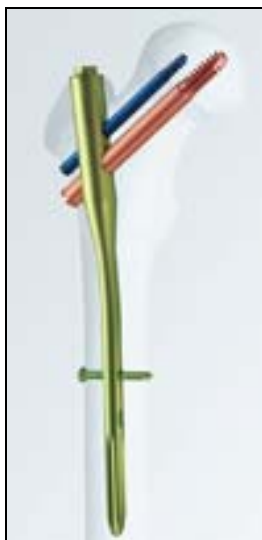
DCS © Synthes



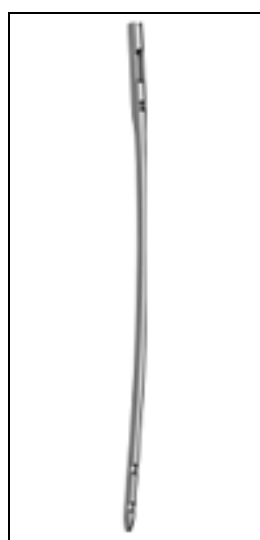
Kondylenplatte © Synthes

Abb.7: extramedulläre Kraftträger

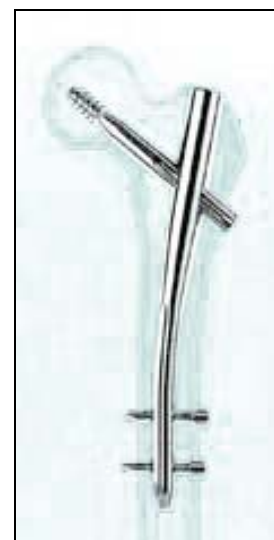
Zu den intramedullären Implantaten zählen unter anderem der PFN, der UFN oder der Gammanagel (1,69,81) (Abb.8).



PFN © Synthes



UFN © Synthes



Gammanagel © Stryker

Abb.8: intramedulläre Kraftträger

Aufgrund der Vielzahl bestehender Implantate lässt sich erkennen, dass es ein universell einsetzbares Implantat nicht gibt. Abhängig von Frakturtyp, Lokalisation, Begleiterkrankungen und Umständen muss individuell über das geeignete extra- oder intramedulläre Implantat entschieden werden. Trotz der enormen Fortschritte, die in den letzten Jahren erzielt wurden, wird die Primärletalität studienabhängig zwischen 5,2-21% beziffert (74).

### **3. Ziele der Arbeit**

In der folgenden Arbeit werden die instabilen per- und subtrochantären Femurfrakturen der AO Klassifikation 31 A 2.1-3.3 und 32 A 1.1- C 3.3, die im HELIOS Klinikum Erfurt vom 01.01.2000 bis 30.04.2003 operativ versorgt wurden, analysiert.

Unter besonderer Berücksichtigung der instabilen Bruchformen wird evaluiert, ob sich der PFN als geeignetes Implantat beweist.

Die Auswertung der radiologischen Ergebnisse soll klären, inwieweit das postoperative Repositionsergebnis durch den Einsatz von Zusatzimplantaten in Form der Cerclagen verbessert werden kann.

Im Rahmen einer Nachuntersuchung wird der postoperative Aktivitätsgrad der Patienten bestimmt und mit dem präoperativen Aktivitätsgrad verglichen.

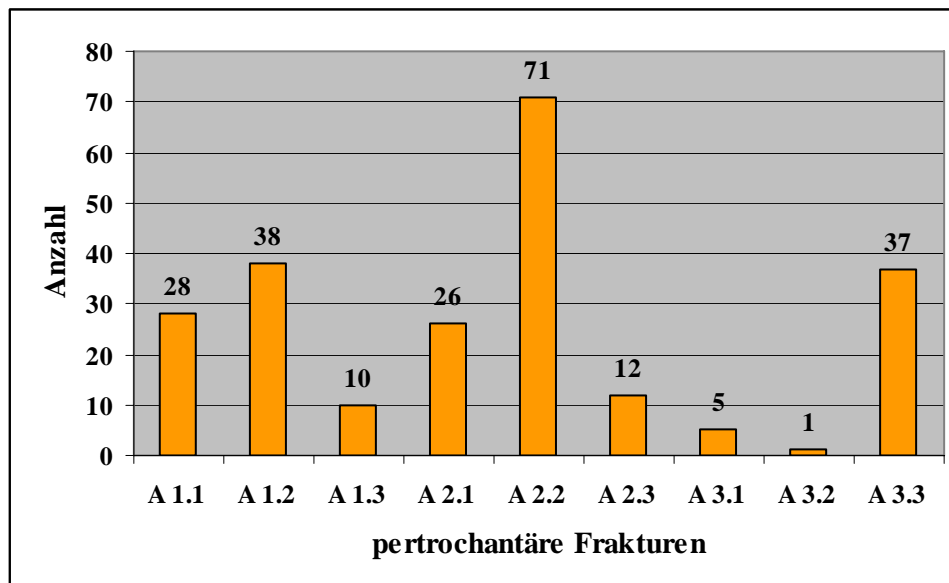
Anhand der radiologischen Ergebnisse und Komplikationen wird ein Vergleich mit anderen Studien angestrebt und dient damit als Qualitätskontrolle.

Aus den Untersuchungen wird ein Fazit für die Praxis gezogen, wie die Versorgung von instabilen per- und subtrochantären Frakturen optimiert werden kann.



#### 4. Patienten und Methode

Im Zeitraum von Januar 2000 bis einschließlich April 2003 wurden 228 pertrochantäre und 20 subtrochantäre Femurfrakturen osteosynthetisch versorgt. Die Klassifikation nach AO für pertrochantäre Frakturen ergab, die aus dem Diagramm 1 ersichtliche Verteilung.



Diag.1: Anzahl und Klassifikation der pertrochantären Frakturen

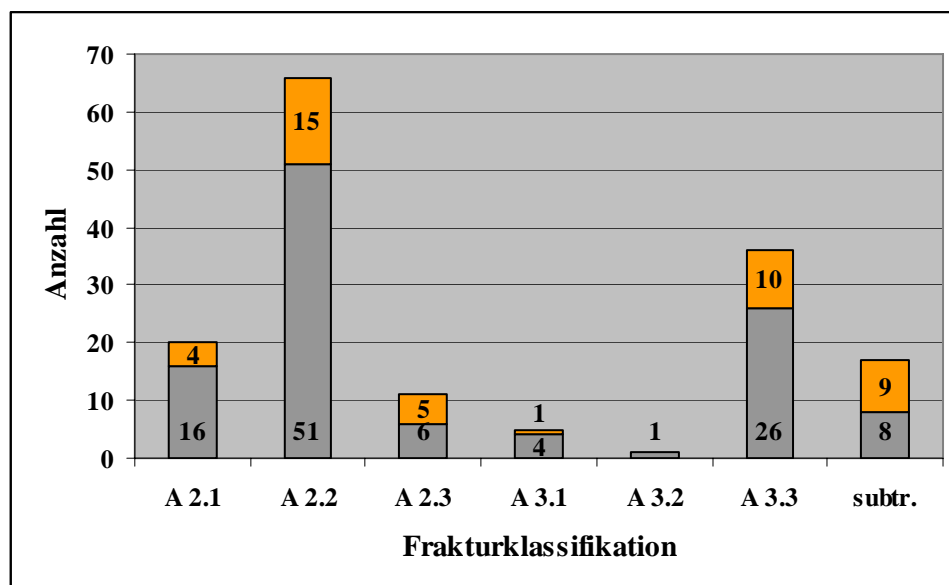
Im Rahmen der retrospektiven Studie wurden die 156 mittels PFN versorgten instabilen per- und subtrochantären Frakturen mit den Klassifikationen A 2.1-2.3, A 3.1-A3.3 und subtrochantäre Frakturen in die Untersuchung aufgenommen. Als Implantat der Wahl kam der PFN bei 90,6% (n=156) aller Frakturen zum Einsatz. Die DHS n=10, das LISS n=2, die zementfreie Hüfttotalendoprothese n=2, die Duokopfprothese n=1 und der UFN n=1 blieben besonderen Indikationen vorbehalten. Sieben Frakturen wurden bei Polytraumatisierten primär mit Fixateur externe, im Intervall mit PFN n=6 bzw. UFN n=1 versorgt. Insgesamt wurden 10 Patienten nach Polytrauma und einer mit Mehrfachverletzungen versorgt.

Acht Patienten erlitten im Erfassungszeitraum zwei Frakturen im Bereich des proximalen Femur, davon hatten fünf Patienten zwei pertrochantäre Frakturen und drei eine pertrochantäre in Kombination mit einer medialen Schenkelhalsfraktur. 10 Patienten, die im Erfassungszeitraum wegen einer pertrochantären Femurfraktur behandelt wurden, wurden bereits vor dem Jahr 2000 wegen einer Fraktur des kontralateralen proximalen Femur operiert, fünf Patienten wegen einer pertrochantären und einer wegen einer medialen

Schenkelhalsfraktur. Bei vier Patienten konnte die exakte Fraktуреinteilung wegen fehlender Unfallaufnahmen nicht eruiert werden. Drei Patienten waren mittels DHS und einer mit Duokopfprothese versorgt.

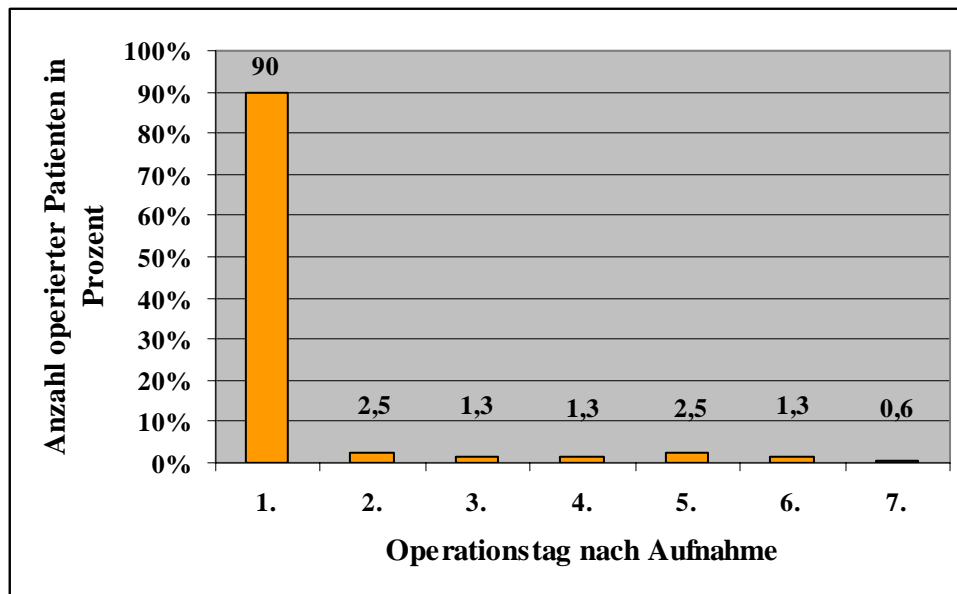
Für die Versorgung der instabilen per- und subtrochantären Frakturen favorisieren wir ein intramedulläres Implantat, aus diesem Grund wird sich die Evaluation auf den PFN beschränken.

Die Anzahl, Fraktуреinteilung und Geschlecht der 153 Patienten, die mittels PFN (n=156) versorgt wurden, sind aus Diagramm 2 ersichtlich. Drei Patienten erlitten 2 Frakturen.



Diag.2: Frakturklassifikation und Anzahl der weiblichen (grau) und männlichen (orange) Patienten

Das Durchschnittsalter der Patienten betrug 75 (16-103) Jahre. Innerhalb der ersten 24 Stunden wurden leitliniengerecht 90% (n=141) aller Patienten operiert (Diag.3) (70).



Diag.3: Operationszeitpunkt nach stationärer Aufnahme

Gründe für die verzögerte Versorgung waren die medikamentöse Optimierung von Grundkrankheiten oder Behandlung von Begleitverletzungen, wie z.B. Hyperthyreose, dekompensierten Herzinsuffizienz, Marcumareinnahme oder Niereninsuffizienz. Sechs polytraumatisierte Patienten wurden nach Anlage eines Fixateur externe im Intervall definitiv versorgt. Bei stationärer Aufnahme wurde jedem Patienten eine Tibiakopfdrahtextension angelegt. Alle erhielten eine Low-dose-Heparinisierung. Die Operationen wurden in Rückenlage auf dem Extensionstisch unter Bildwandlerkontrolle durchgeführt (Abb.8).

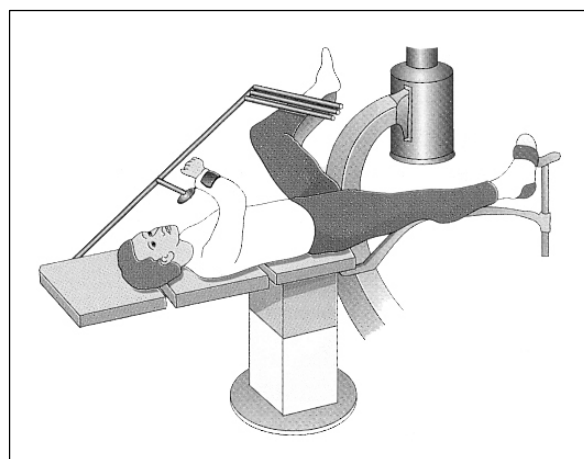



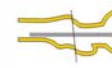



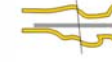


Abb.8: Lagerung des Patienten auf dem Extensionstisch (33)

Die Versorgung erfolgte nach präoperativer CCD-Winkel- und Markraumgrößenbestimmung durch den 130° PFN mit Nageldurchmessern von 10-13 mm. Der PFN lang (n=31) wurde mit

Nagellängen zwischen 320 und 380 mm verwendet. Die geschlossene Reposition gelang bei 78% (n=121) aller Frakturen. Die intraoperative Röntgenbildwandlerkontrolle a.-p. und axial diente zur Beurteilung der Implantatlage und Fragmentadaptation. Die Schenkelhalsschraube sollte idealer weise in der a.-p. Ebene im Übergang vom unteren zum mittleren Drittel oder mittig des Schenkelhalses bzw. Femurkopf zu liegen kommen, ohne eine Schwächung des Adamschen Bogens zu erzeugen. In der axialen Ebene sollte die Schenkelhalsschraube mittig bis etwas dorsal der Mitte des Schenkelhalses implantiert sein. Die Schraubenspitzen sollten einen Abstand von 5-10 mm zur Kopfkortikalis einhalten (27,47,63) und auf einer horizontalen Linie liegen. Die Fragmentadaptation muss anatomisch korrekt sein. Ausgehend von diesem Grundsatz wurde eine Graduierung der röntgenologischen Ergebnisse entwickelt. Die Bewertung setzt sich aus der Positionierung des Implantates und der Fragmentadaptation zusammen. Bei Erfüllung der genannten Kriterien (ideale Implantatlage und anatomisch exakte Fragmentadaptation) wurde die Note 1 (sehr gut) vergeben, wenn die Reposition postoperativ nicht anatomisch korrekt war und eine Dislokation der Fragmente um mehr als Kortikalisbreite vorlag wurde ein ungenügendes radiologischer Ergebnis attestiert (Tab.1).

Tab.1: <b>Beurteilungskriterien der postoperativen radiologischen Ergebnisse</b>			
Radiologisches Ergebnis	Implantatlage	Anatomische Reposition	Schematische Abbildung (Reposition und Lage der Schenkelhalsschraube)
1 = sehr gut	Korrekt implantierte SHS (grau)	Korrekt	 <p>Implantat korrekt platziert, Fragmente anatomisch reponiert</p> <p>Implantat korrekt platziert, Fragmente anatomisch reponiert</p>
2 = gut	a.-p.: SHS (rot) nicht im mittleren/distalen Schenkelhalsdrittel oder Kopf-Kortikalis-abstand nicht zwischen 5-10 mm oder axial: nicht zentral im Schenkelhals	Korrekt	 <p>SHS falsch cranial bzw. falsch caudal platziert, Fragmente anatomisch reponiert</p> <p>SHS falsch dorsal bzw. falsch ventral platziert, Fragmente anatomisch reponiert</p>

3= befriedigend	Korrekt implantierte SHS (grau)	Dislokatio ad latus um maximal Kortikalis- breite	 <p>Implantat korrekt platziert, Dislokation der Fragmente um maximal Kortikalisbreite</p>  <p>Implantat korrekt platziert, Dislokation der Fragmente um maximal Kortikalisbreite</p>
4 = genügend	a.-p.: SHS (rot) nicht im distalen/mittleren Schenkelhalsdrittel oder Kopf-Kortikalis abstand nicht zwischen 5- 10 mm oder axial: nicht zentral im Schenkelhals	Dislokatio ad latus um maximal Kortikalis- breite	 <p>SHS falsch cranial bzw. falsch caudal platziert, Dislokation der Fragmente um maximal Kortikalisbreite</p>  <p>SHS falsch dorsal bzw. falsch ventral platziert, Dislokation der Fragmente um maximal Kortikalisbreite</p>
5 = ungenügend	Korrekt oder Fehllage	ungenügende anatomische Reposition mit Dis- lokation um mehr als Kortikalis- breite	 <p>Dislokation der Fragmente um mehr als Kortikalisbreite</p>  <p>Dislokation der Fragmente um mehr als Kortikalisbreite</p>

Zur Beurteilung von Implantatlage, Fragmentstellung und CCD-Winkel wurden die während des stationären Aufenthaltes, bei niedergelassenen Kollegen oder im Rahmen der Nachuntersuchung angefertigten Röntgenaufnahmen herangezogen. Für die Verlaufsbeurteilung musste die Operation mindestens 6 Wochen zurückliegen. Die Nachuntersuchung wurde im Durchschnitt 28 Monate (11-49 Monate) nach dem Unfall durchgeführt. 72 Patienten mit 73 Frakturen konnten nachuntersucht werden. 11 Patienten waren unbekannt verzogen, 8 verstarben im Krankenhaus und 64 Patienten waren im häuslichen Milieu verstorben.

Von besonderem Interesse war die Erfassung der intra- und postoperativen Komplikationen. Es wurde der Zusammenhang von radiologischem Ergebnis und weiteren Verlauf, sowie das Auftreten von postoperativen Komplikationen, wie Reosteosynthesen nach primär komplikationsloser und komplikationsbehafteter Operation untersucht. Des Weiteren wurden Operationsdauer, postoperative Wundsonografie, Aufenthaltsdauer, Belastbarkeit und weitere Behandlung dokumentiert.

Bei den Nachuntersuchungen wurden die Patienten unter Verwendung des Scores nach Merle d'Aubigné und Postel (Siehe Seite 64), des Barthel-Index (Siehe Seite 65) und den Aktivitätsindex nach Katz (Siehe Seite 67) befragt und untersucht. Der Score nach Merle d'Aubigné und Postel schätzt die Parameter Schmerz, Beweglichkeit und Gehfähigkeit ein. Den 3 Kategorien werden Punktwerte zwischen 0 und 6 zugeordnet. Punktwerte von 12-18 gelten als „sehr gut“, 7-11 Punkte als „gut“ und weniger als 7 Punkte als „mäßig“ (43,47). Der Barthel-Index setzt sich aus 10 Einzelfaktoren zusammen, die mit einem Punktwert von 0, 5, 10 oder 15 besetzt werden. Der Maximalwert von 100 bedeutet die uneingeschränkte Selbstständigkeit im Alltag. Während ein Wert von 0 Punkten praktisch völlige Pflegebedürftigkeit zur Folge hat. Jeder Wert unter 80 Punkte bedeutet, dass der Patient im normalen täglichen Leben auf Hilfe von anderen Personen angewiesen ist (42,65). Ähnlich dem Barthel-Index schätzt der Index nach Katz die Aktivitäten des täglichen Lebens ein. In alphabetischer Reihenfolge geordnet bedeutet die Gruppe A keine Abhängigkeit bis G Abhängigkeit in allen Funktionen (36).

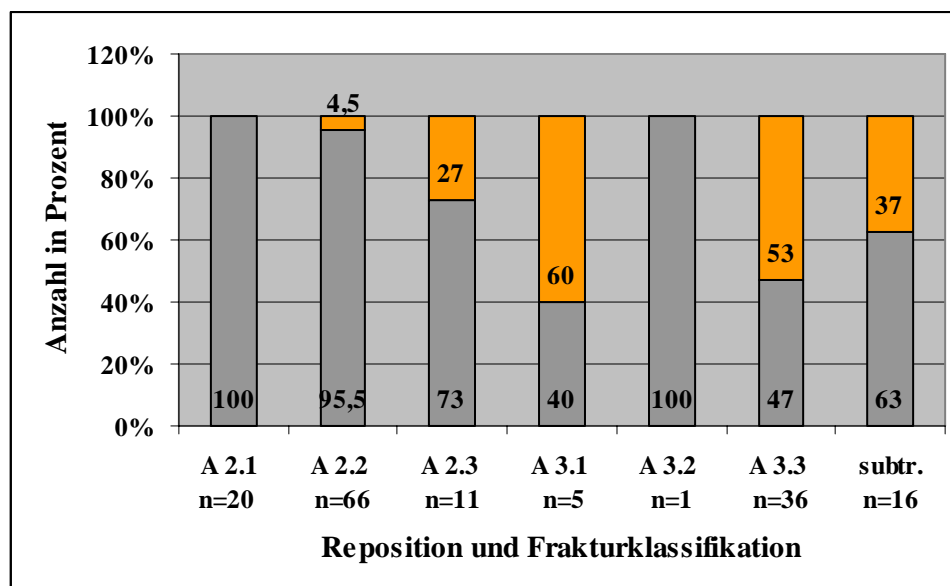
Die statistischen Auswertungen im Computerprogramm Win Stat® für Microsoft® Excel wurden mittels Wilcoxon- und Mann-Whitney Test durchgeführt.

## 5. Ergebnisse

### 5.1. Operationsdauer

Bei der Betrachtung der Operationsdauer (Schnitt-Nahtzeit) wurden ausschließlich die Operationen, bei denen die per- oder subtrochantäre Femurfraktur isoliert versorgt wurde, berücksichtigt. Operationen nach Polytrauma mit komplexen Versorgungen wurden nicht in die Berechnungen einbezogen. Die durchschnittliche Operationsdauer des PFN betrug 70 min (15-180 min). Der Vergleich der Operationsdauer von geschlossener (61 min) und offener Reposition (104 min) ergab einen signifikanten Unterschied ( $p < 0,05$ ).

Die geschlossene Reposition gelang bei 121 (78%) Frakturen. Der Anteil von offen reponierten Frakturen steigt deutlich bei den subtrochantären und Frakturen des A 3 Typ an (Diag.4).

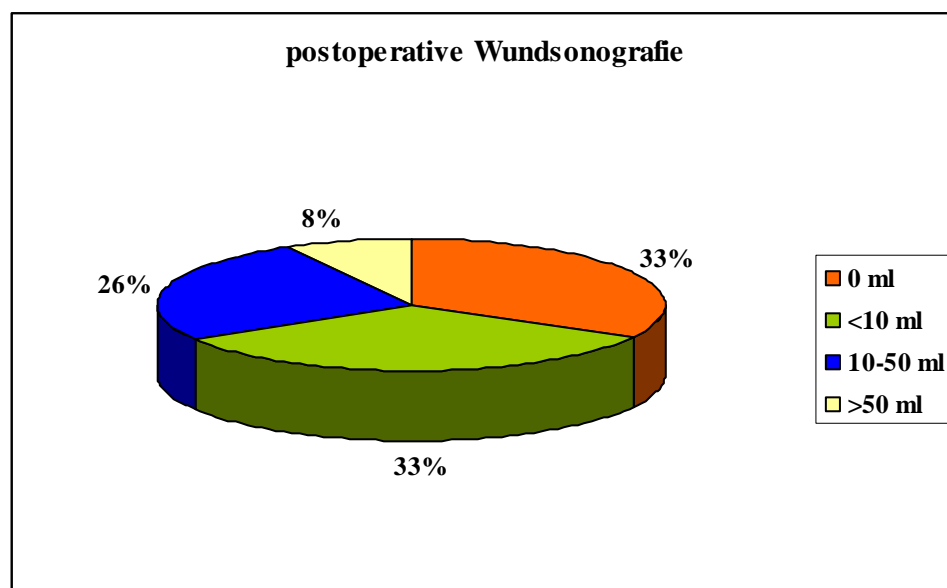


Diag.4: Anteil geschlossener (grau) und offener (orange) Repositionen in Abhängigkeit von der Frakturklassifikation

## 5.2. Postoperative Sonografie

Die Patienten wurden am 4., 7. und 11. postoperativen Tag einer Sonografie des Operationsbereiches unterzogen. Diese Sonografie dient dem Ausschluss eines Hämatoms. Die Einteilung erfolgt nach Ausschluss freier Flüssigkeit, Nachweis von freier Flüssigkeit bis 10 ml, zwischen 10 und 50 ml und über 50 ml. Bei einem Flüssigkeitsnachweis von über 50 ml in Abhängigkeit der Wundverhältnisse und Tendenz zur Größenzunahme war die Indikation zur Wundrevision gegeben (84).

Bei der Wundsonografie wurden bei 37 (33%) Kontrollen kein Hämatom nachgewiesen, bei 37 (33%) Wunden wurde weniger als 10 ml Flüssigkeit gefunden, bei 29 (26%) zwischen 10 und 50 ml, zehn Wunden aus dieser Gruppe wurden revidiert. Die Wundrevisionen erfolgten bei vier Patienten wegen einer Wundinfektion, bei zwei Patienten entleerte sich spontan ein kontaminiertes Hämatom bzw. Serom. Vier Wundabstriche blieben steril. Bei weiteren neun Patienten (8%) wurden Flüssigkeitsmengen von über 50 ml sonografisch nachgewiesen, die sämtlich revidiert wurden. Fünf dieser Revisionen wurden aufgrund einer Wundinfektion durchgeführt. Vier Wundabstriche blieben steril. Insgesamt ergibt sich eine Wundrevisionsrate von 12,5% (Diag.5).



Diag.5: postoperative Wundsonografie

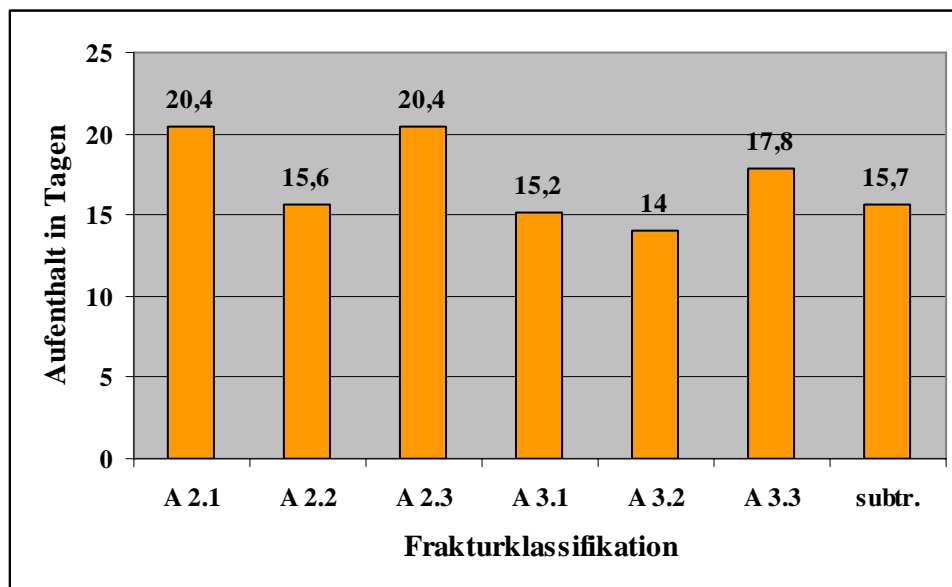


### 5.3. Stationäre Aufenthaltsdauer

Die stationäre Verweildauer auf der Station für Unfallchirurgie betrug 17 Tage (5-102 Tage). Bei der Patientin (T.U.,87,w), die nach primärer Implantation eines PFN 102 Tage stationär behandelt werden musste, kam es zu einer Dislokation der Schrauben aus dem Schenkelhals und Femurkopf mit Ausbruch eines schaligen Fragmentes. Der Femurschaft dislozierte nach kranial und lateral. Nach Entfernung des PFN wurde eine Duokopfprothese mit Revisionschaft implantiert. Im weiteren Verlauf wurde die Wunde mehrfach wegen eines infizierten Hämatoms revidiert.

Die Verweildauer verlängerte sich nicht signifikant von 17 auf 19 Tage ( $p>0,05$ ), wenn man die Patienten mit erlittenem Polytrauma in die Berechnungen einschließt.

Die stationäre Aufenthaltsdauer in Abhängigkeit der Frakturklassifikation ist aus Diagramm 6 ersichtlich.



Diag.6: stationäre Aufenthaltsdauer in Abhängigkeit der Frakturklassifikation

## 5.4. Postoperative Belastbarkeit

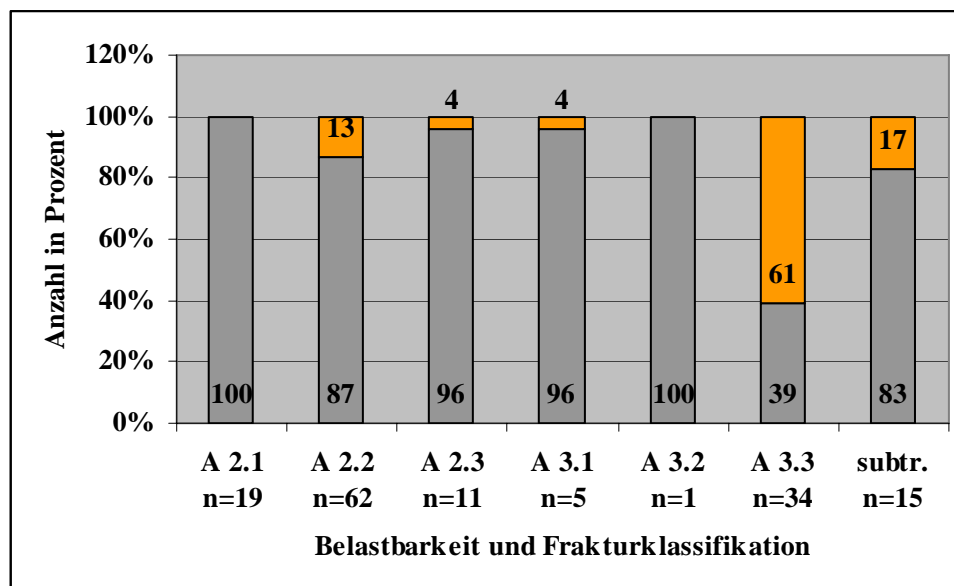
Die postoperative Mobilisation konnte bei 90% aller Patienten bis zum 2. postoperativen Tag begonnen werden. Gründe für eine verzögerte Gangschule waren verlängerter Intensivstationaufenthalt, schlechter Allgemeinzustand oder prätraumatisch eingeschränkte Mobilität.

124 (84%) Osteosynthesen waren postoperativ voll belastbar. Die Patienten waren durchschnittlich 78 Jahre alt. Bei Entlassung bzw. Verlegung wurden 60 Patienten mit Hilfe von Unterarmstützen, 8 im Gehwagen, 3 mittels Rollator, 28 im Gehgestell mobilisiert. Zwei Patienten waren bereits präoperativ nur im Rollstuhl mobil und ein Patient bettlägerig. Bei 19 Patienten konnte lediglich mit personeller Hilfe ein paar wenige Schritte oder der Stand erreicht werden.

Bei 23 Patienten (16%, 59 Jahre) war nur eine Teilbelastung von 20 kg möglich. Bei Entlassung nahmen 16 Patienten Unterarmstützen, fünf Patienten einen Gehwagen und einer ein Gehgestell zu Hilfe. Gründe für die Teilbelastbarkeit waren eingeschränkte postoperative Stabilität (reversed fractures, fehlende mediale Abstützung), Polytrauma mit Begleitverletzungen oder Osteoporose bei Alkoholabusus (Tab.2).

Tab.2: <b>Mobilität der Patienten zum Zeitpunkt der Entlassung bzw. Verlegung AHB/BGSW und weiterbehandelnde Fachrichtungen</b>				
Mobilität	Wohnung/Heim 63 (42%)	Geriatric 46 (31%)	AHB/BGSW 31 (21%)	Verlegung 3 (2%)
Unterarmstützen	30	15	29	2
Rollator	1	2		
Gehgestell	11	15	2	1
personelle Hilfe	13	6		
Gehwagen	5	8		
Rollstuhl	2			
bettlägerig	1			

Der Operateur schätze abhängig von der Fraktur, Knochenqualität und Implantatlage die Belastbarkeit ein (Diag.7).



Diag.7: Anteil voll- (graue Säulen) und teilbelastbarer (orange Säulen)  
Osteosynthesen in Abhängigkeit der Frakturklassifikation

## 5.5. Weiterbehandlung

42% (n=63) der Patienten konnten direkt ins häusliche Milieu entlassen werden. 20,7% (n=31) wurden in eine AHB/BGSW und 30,7% (n=46) in die Geriatrie verlegt. 3 (2%) Patienten wurden auf andere weiterbehandelnde Stationen verlegt: Eine Patientin, die während der stationären Behandlung einer paranoiden Schizophrenie gestürzt war, wurde in psychiatrische Abteilung zurückverlegt, eine Patientin mit einem metastasierenden Kolonkarzinom wurde in die Strahlentherapie und ein Patient mit einem Plasmozytom wurde in die Innere Abteilung zur Weiterbehandlung verlegt.

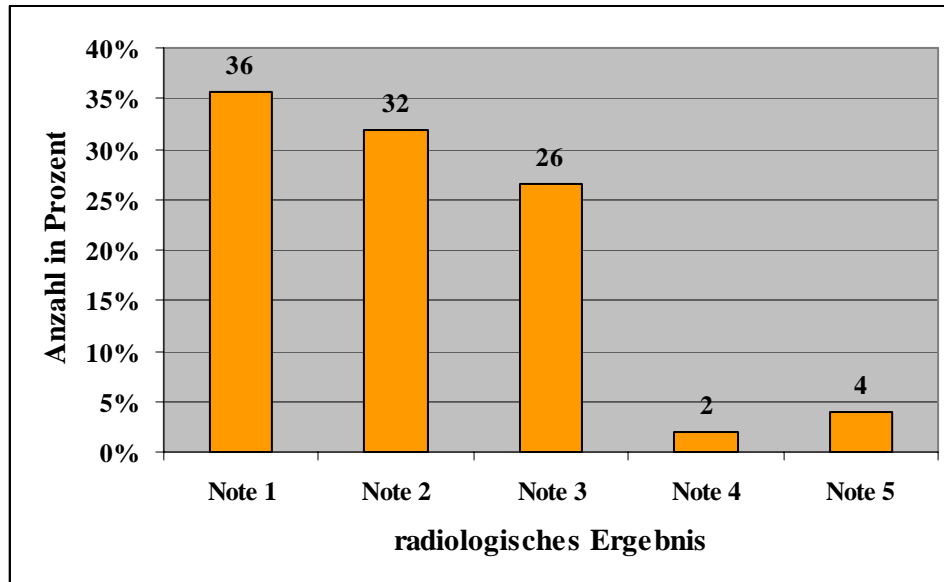
Acht (5,3%) Patienten verstarben während des stationären Aufenthaltes (Tab.3).

Tab.3: <b>Perioperative Letalität während des stationären Aufenthaltes</b>				
Fraktur- klassifikation	Patient, Alter, Geschlecht	Ursache	Zeitpunkt (postop Tag)	Eigenanamnese
A 2.2	E.A., 89, w	Asystolie	1.	Z. n. Myokardinfarkt, KHK, Herzinsuffizienz
A 2.2	R.N., 71, w	Respiratorische Insuffizienz bei intraoperativer Spastik	1.	Hypertonie, Z.n. Nephrektomie, Asthma bronchiale
A 2.2	I.F., 87, w	Asystolie	5.	Hypertonie, Kachexie
A 3.1	E.M., 78, w	Sepsis durch Wundinfektion	10.	Diabetes mellitus, dialysepflichtige Niereninsuffizienz, Hypertonie, Glomerulonephritis
A 3.3	E.H., 90, w	Linksherzver- sagen bei Vorhof- flimmern	30.	KHK, Hypertonie, Herzinsuffizienz, Links- schenkelblock

A 3.3	M.W., 74, w	dekompensierte Herzinsuffizienz	12.	KHK, absolute Arrhythmie
A 3.3	L.K., 74, w	bilateraler Hirninfarkt	11.	Hypertonie, Stenose der Arteria carotis interna von 80-90%
subtr.	W.G., 45, m	protrahierter hämorrhagischer Schock	1.	Polytrauma: Frakturen Rippen, Scapula, BWK 5, Beckenschaufel, Querfortsätze LWK 4 und 5 und Os sacrum, Hämato-pneumothorax, Mediastinalhämatom

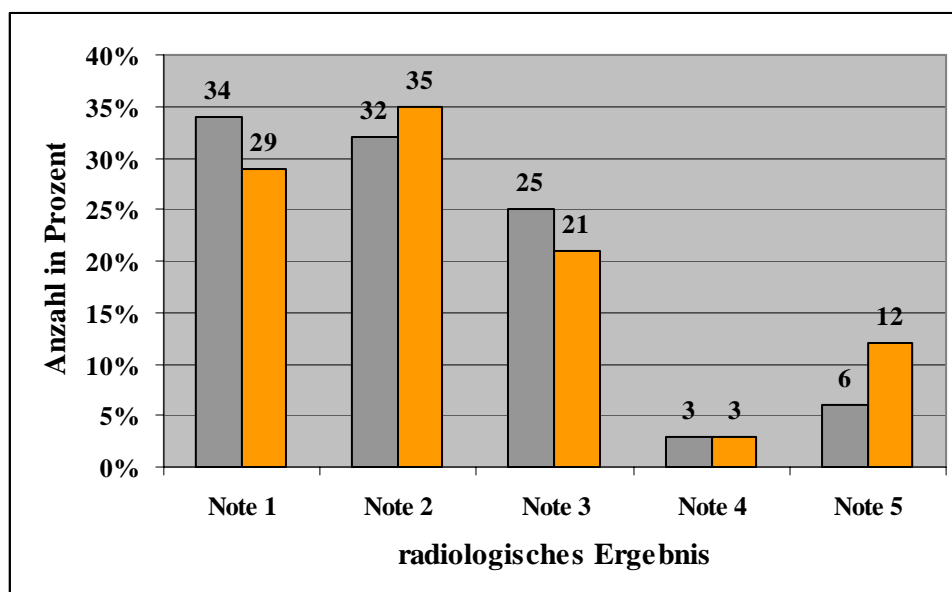
## 5.6. Röntgenologische Ergebnisse postoperativ und im Verlauf

Die radiologischen Ergebnisse von 154 Frakturen wurden, wie im Kapitel 4 „Patienten und Methoden“ (Seite 14) beschrieben, bestimmt (Diag.8).



Diag.8: postoperatives radiologisches Ergebnis

Im Verlauf von mindestens 6 Wochen konnten von 68 Patienten die Röntgenaufnahmen ausgewertet werden. Die Verlaufsaufnahmen wurden im Durchschnitt 353 Tage (42-1070 Tage) postoperativ angefertigt (Diag.9).



Diag.9: radiologisches Ergebnis postoperativ (grau) und im Verlauf (orange)

## 5.7. Röntgenologische Ergebnisse und Revision

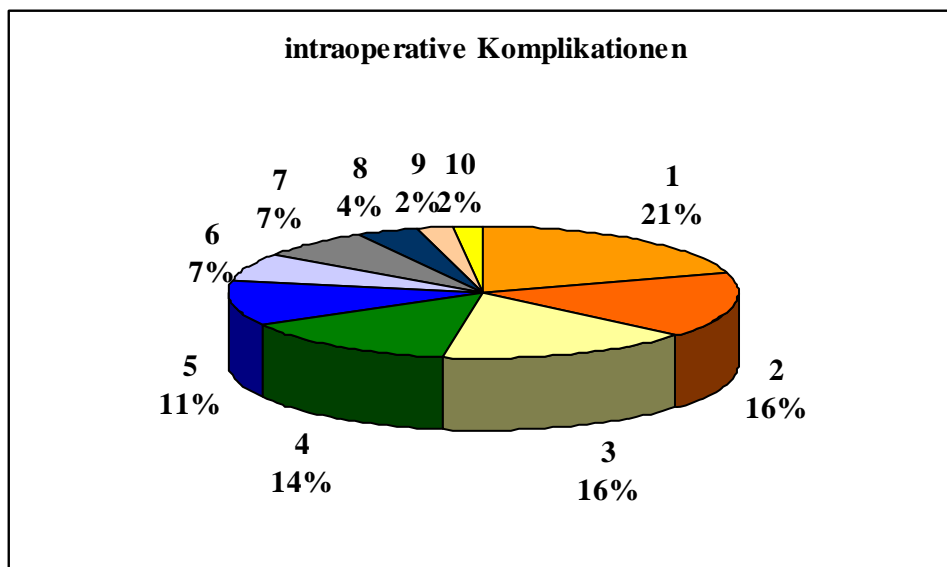
Im Folgenden soll dargestellt werden, ob die postoperative Implantatlage und Fragmentadaptation einen Einfluss auf die Reosteosyntheserate hat. Hierzu wurde die postoperative Benotung mit der Häufigkeit der operativen Revisionen verglichen (Tab.4).

Tab.4: <b>operative Revisionen in Abhängigkeit des röntgenologischen Ergebnisses</b>	
PFN	Revisionen
Note: 1 (n =55)	3,6% (n = 2)
Note: 2 (n =49)	8,1% (n = 4)
Note: 3 (n =41)	9,8% (n = 4)
Note: 4 (n = 3)	33% (n = 1)
Note: 5 (n = 6)	100% (n =6)

Als Ursachen für die Revisionen fanden sich Z-Effekt in Kombination mit einer anatomisch nicht korrekten Reposition (n=1), cut out (n=5), Dislokation der Antirotationsschraube (n=2), periprothetische Frakturen nach erneutem Sturz (n=2), ungenügende Fragmentadaptation (n=4), zwei Pseudarthrosen bei primär nicht exakter Stellung der Fragmente (n=2) und Verdacht auf Schraubenfehlage (n=1). Die Revisionen erfolgten durchschnittlich am 51. postoperativen Tag nach Primärversorgung (1.-324. Tag). Die periprothetischen Frakturen wurden durch Ersatz des ursprünglichen PFN durch einen PFN lang mit Cerclagen versorgt. Fragmentdislokationen aufgrund eines cut out wurden im Allgemeinen durch Duokopfprothese revidiert. Bei einem Patienten wurde zunächst eine LISS implantiert, die im Verlauf zunächst durch eine Winkelplatte und letztendlich durch eine Duokopfprothese ersetzt wurde. Schraubendislokationen und Z-Effekt wurden durch Schraubenkorrektur behandelt. Die Pseudarthrosen wurden durch Plattenosteosynthese und Spongiosaplastik versorgt. Die vier ungenügend reponierten Frakturen wurden reponiert und mittels Cerclagen versorgt (Siehe Tab.5 Seite 68).

## 5.8. Intraoperative Komplikationen

Als intraoperative Komplikationen wurden Abweichungen von dem regulären Operationsablauf gewertet. Die Implantation von 97 PFN (73%) verlief komplikationslos. In 27% (n=36) der Fälle kam es zu intraoperativen Abweichungen, wobei acht Frakturen je zwei Abweichungen aufwiesen. Als Gründe für die Komplikationen fanden sekundäre Fragmentdislokation beim Einbringen des Implantates (n=9), iatrogene Femurfrakturen (n=7), Verriegelung über Zielgerät nicht möglich (n=7), Führungsdrähte lassen sich nicht positionieren (n=4) bzw. dislozieren den Schenkelhals (n=2), Fragmentreposition nicht möglich (n=5), zu groß gewählter Nageldurchmesser (n=3), Implantatwechsel (n=3), Antirotationsschraube perforiert den Kopf (n=2), Innenrotationsstellung (n=1) und intraoperativ aufgefallene zusätzliche mediale Schenkelhalsfraktur (n=1) (Diag.10).

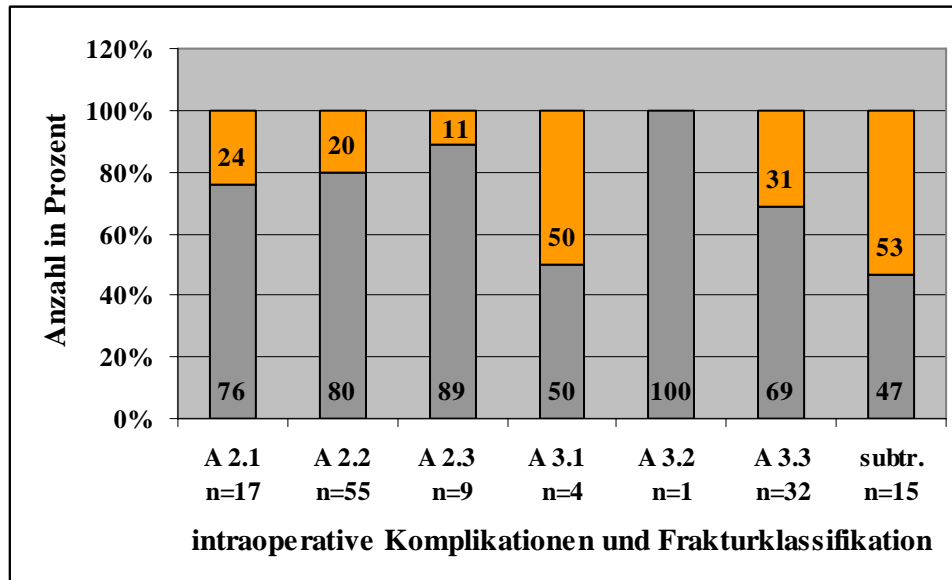


Diag.10: intraoperative Komplikationen:

- 1 = sekundäre Fragmentdislokation
- 2 = iatrogene Femurfrakturen
- 3 = Verriegelung über Zielgerät nicht möglich
- 4 = Führungsdrähte lassen sich nicht positionieren
- 5 = Fragmentreposition nicht möglich
- 6 = zu groß gewählter Nageldurchmesser
- 7 = Implantatwechsel
- 8 = Antirotationsschraube perforiert den Kopf
- 9 = Innenrotationsstellung
- 10 = zusätzliche mediale Schenkelhalsfraktur



Eine Femurfraktur und zwei Fragmentdislokationen wurden durch das Einschlagen des PFN mittels Hammerschläge provoziert. Die Häufigkeit intraoperativer Komplikationen in Abhängigkeit von der Frakturklassifikation zeigt Diagramm 11.



Diag.11: intraoperative Komplikationen in Abhängigkeit der Frakturklassifikation  
komplikationslos (grau) und intraoperative Komplikationen (orange)

Eine genaue Beschreibung der Komplikationen in Abhängigkeit der Frakturklassifikation, Implantat und Operateur ist aus der Tabelle 6 auf Seite 70 ersichtlich.

## 5.9. Postoperative Komplikationen

Nach den verschiedenen Organsystemen geordnet ergaben sich für 150 Patienten im Erfassungszeitraum folgende postoperative Komplikationsraten (Tab.7).

Tab.7: <b>Postoperative Komplikationen</b>	
Organsystem	Komplikationen
Herzkreislaufsystem	10,0% (n=15)
Zerebrum	11,3% (n=17)
Pulmo	8,0% (n=12)
Harntrakt	10,0% (n=15)
Gastrointestinaltrakt	4,7% (n= 7)
Metabolismus	2,0% (n= 3)
Neurologie	1,3% (n= 2)
Thrombose	0,7% (n= 1)
Dekubitus	18,7% (n=28)
I°	n=24
II°	n= 2
III°	n= 2
Sonstiges	2,7% (n= 4)
Exitus letalis	5,3% (n= 8)

Zu den Komplikationen des Herzkreislaufsystemes gehörten sechs kardiale Dekompensationen, sieben Patienten mit Herzrhythmusstörungen, zwei hypertensive Krisen und eine Hypotonie. Zerebrale Insuffizienzen waren durch sechs Alkoholentzugssyndrome, sieben Durchgangssyndrome, eine TIA, einen Insult und eine intrazerebral gelegene Raumforderung bedingt. Pulmonale Probleme entstanden durch sechs respiratorische Insuffizienzen, eine exazerbierte chronische Bronchitis, einem ARDS, einer Langzeitbeatmung nach Polytrauma, einem Pleuraerguß und zwei Pneumonien. 12 Patienten erkrankten an einem Harnwegsinfekt, zwei Patienten wurden wegen Harnverhalt behandelt. Ein Patient mit Niereninsuffizienz wurde dialysiert. Eine gastrointestinale Blutung konnte konservativ behandelt werden. Des

Weiteren wurden eine Gastritis, eine Ösophagitis hervorgerufen durch starken Reflux bei einem intensivpflichtigen Patient, zwei Magen-Darm-Paralysen, eine Pankreatitis und eine Choledocholithiasis behandelt. Ein Patient war exsikkotisch, zwei hyperglykämisch. Ein Patient entwickelte trotz Low-dose-Heparinisierung und Antithrombosestrümpfe eine tiefe Beinvenenthrombose des Oberschenkels und erlitt eine paradoxe Embolie, zerebralen Insult und Hemiparese links. Eine Nachblutung aus der A. femoralis profunda wurde interventionell beherrscht. Ein Patient erkrankte an einer akuten Parotitis. Bei einem Patient kam es zu einer iatrogenen Zahnextraktion. Ein Patient erlitt einen anaphylaktischen Schock nach Antibiotikugabe. Ein Patient entwickelte eine druckbedingte Peroneusschwäche. 28 Dekubitalulcera wurden behandelt. Acht Patienten verstarben während der stationären Behandlung, die Todesursachen sind in Kapitel 5.5. „Weiterbehandlung“ (Seite 22) beschrieben. Aus chirurgischer Sicht ergaben sich folgende Komplikationen (Tab.8).

Tab.8: <b>Chirurgische Komplikationen</b>	
Reoperationen	11,5% (n=18/156)
Freie Flüssigkeit (>50 ml)	8,0% (n= 9/112)
Wundrevisionen Hämatom/Serom	5,1% (n= 8/156)
Wundinfekt	7,0% (n=11/156)
Unterschenkelamputation	0,6% (n= 1/156)
Metallentfernung	1,3% (n= 2/156)
Pseudarthrose	4,0% (n= 3/ 74)

Die Unterschenkelamputation war aufgrund einer vorbestehenden pAVK nach erfolgter Angiografie unumgänglich. Bei den Patienten mit implantierten PFN waren 8 Wundrevisionen wegen eines Hämatoms bzw. eines Seroms und 11 Wundrevisionen wegen eines Wundinfektes notwendig.

Mechanische Komplikationen sind aus Tabelle 9 ersichtlich.

Tab.9 : <b>Mechanische Komplikationen in Abhängigkeit von der Frakturklassifikation</b>		
Fraktur- klassifikation	Patient, Alter in Jahren, Geschlecht	Komplikationen/Verlauf
A 2.1	U.T., 87, w	cut out der Schrauben aus dem Schenkelhals und Femurkopf mit Ausbruch eines schaligen Fragmentes, Dislokation des Femurschafts nach kranial und lateral, Implantation einer Duokopfprothese mit Revisionsschaft, zunehmende periartikuläre Weichteilverkalkungen
A 2.2	K.S., 91, w M.V., 82, w	erneuter Sturz der Patientinnen, die periimplantäre Frakturen wurden durch PFN lang und jeweils 2 Cerclagen versorgt
A 2.2	H. B., 77, w	vermeintliche Fehllage der Antirotationsschraube, intraoperativ keine Bestätigung, im Verlauf ME der Antirotationsschraube, die nach lateral ausgewandert war
A 2.2	G. M., 88, w  G. R., 80, w E. R., 80, w	cut out mit völliger Implantatlockerung, Reosteosynthese mittels LISS, sekundäre Dislokation des LISS, Implantation einer Winkelplatte, erneute Dislokation, schließlich Implantation einer Duokopfprothese, cut out, Implantation einer Duokopfprothese, cut out, Implantation einer Duokopfprothese
A 2.2	H.B., 90, m	aufgrund mangelnder Fragmentadaptation Reosteosynthese mit offener Reposition und Cerclageanlage, im Verlauf rückläufige Antirotationsschraube ohne operative Konsequenz
A 2.3	H. F., 80, w	Z-Effekt, Schraubenkorrektur und Implantation einer Antigleitplatte, nach nochmalige Dislokation der Schenkelhalsschraube, Wechsel beider Schrauben und Sicherung mittels Pallacosblombe
A 2.3	H. S., 74, w	cut out, Implantation einer Duokopfprothese
A 2.3	H. G., 50, m	erhebliche periartikuläre Verkalkungen und eine Femurkopfdeformation mit Abkippung des Femurkopfes und Resorptionssaum im Bereich der Schenkelhalsschraube
A 3.1	R.B., 39, m	Patient klagte über Schmerzen im Bereich des Implantatlagers, nach knöcherner Konsolidierung der Fraktur erfolgte die Metallentfernung
A 3.3	A.W., 74, w	Dislokation der Fragmente nach Teilbelastung, offene Reposition und Fragmentadaptation mittels 2 Cerclagen im Bereich des Femurschaftes, im Verlauf cut out und Entwicklung einer Pseudarthrose
A 3.3	G. K., 80, w	erneute Operation wegen ungenügender Adaptation der Fragmente und Adaptation des Trochanter mayor durch Cerclage

A 3.3	G. M., 54, m	der PFN lang wurde durch ein LISS ausgetauscht, weil es im Verlauf zu einer Fragmentverschiebung um Schaftbreite kam
A 3.3	E. E., 64, w, H. D., 72, w	Revision wegen stark rückläufiger Antirotationsschrauben, beide Patientinnen entwickelten einen tiefen Wundinfekt, welcher bei Patientin E.E. einen chronischen Infektverlauf mit Explantation, der implantierten Duokopfprothese und Girdlestonesituation zur Folge hatte, bei Patientin H.D. musste im Verlauf erneut revidiert werden, nach Erneuerung der Antirotations- und Schenkelhalsschraube kam es zur Perforation der Schenkelhalsschraube durch den Femurkopf, letztlich wurde H-TEP mit Schnapppfanne implantiert
A 3.3	M. W., 38, w	zusätzliche Plattenosteosynthese (LCDCP) und Spongiosaplastik wegen Pseudarthrose
Subtr.	H. U., 60, m	Plattenosteosynthese (DCP) und Spongiosaplastik wegen Pseudarthrose

Exemplarisch soll ein cut out in den Abbildungen 9-15 dargestellt werden. Die Patientin H.S. (74 Jahre), pertrochantäre Femurfraktur (31-A 2.3 nach AO), wurde nach intraoperativ komplikationslosen Verlauf mobilisiert. Die postoperativen Röntgenaufnahmen zeigen eine korrekte anatomische Reposition bei disloziertem Trochanter minor. Im Verlauf fällt ein cut out mit zunehmender Varisierung des Schenkelhalses auf, so dass eine Revision unumgänglich war. Die Patientin wurde nach abgeschlossener Wundheilung zur weiteren Mobilisation in die geriatrische Weiterbehandlung verlegt. Die Ursache für das „Implantatversagen“ ist aus unserer Sicht die Osteopenie.

#### Fallbeispiel 1 (Patientin: H.S., 74, w)

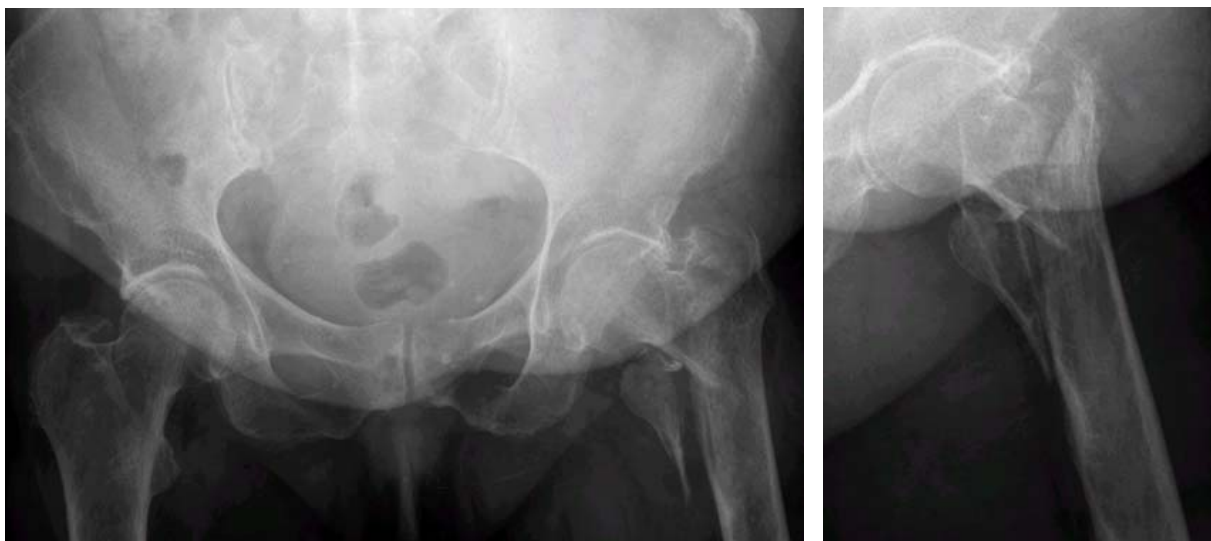


Abb.9: Patientin mit pertrochantärer Femurfraktur links (31-A 2.3 nach AO)



Abb.10: Osteosynthese mittels PFN



Abb.11: 23. postoperativer Tag  
beginnendes cut out



Abb.12: 41. postoperativer Tag cut out



Abb.13: Implantation einer Duokopfprothese



Abb.14: 35. postoperativer Tag



Abb.15: 1 Jahr postoperativ

Die Versorgung der Fraktur mittels PFN zeigt eine korrekte anatomische Reposition. Im Verlauf kam es zu einem cut out. Der PFN wurde durch eine Duokopfprothese ersetzt. Dieses Beispiel verdeutlicht unsere Schlussfolgerung, dass ein korrekt implantierter PFN bei Implantatversagen mittels prothetischer Versorgung behandelt werden sollte (Siehe Seite 57).

Tabelle 10 zeigt die Häufigkeit des cut out und des Z-Effektes und die sich ergebende Reosteosyntheserate.

Tab.10: <b>Cut out und Z-Effekt Häufigkeit und Revisionsrate</b>				
Frakturtyp	Cut out	Revision	Z-Effekt	Revision
A 2.1 n=15	1	1		
A 2.2 n= 44	3	3	1	
A 2.3 n= 10	1	1	2	1
A 3.1 n= 3			1	
A 3.2 n= 1				
A 3.3 n=29				
Subtr n= 10				

## 5.10. Cerclage als Zusatzimplantat

Die Cerclage kam als Zusatzimplantat bei 34 (22%) der Osteosynthesen im Rahmen der Erstversorgung zum Einsatz. In 93% wurde zuerst die Cerclage und danach der PFN eingebracht, in 7% die umgekehrte Vorgehensweise gewählt.

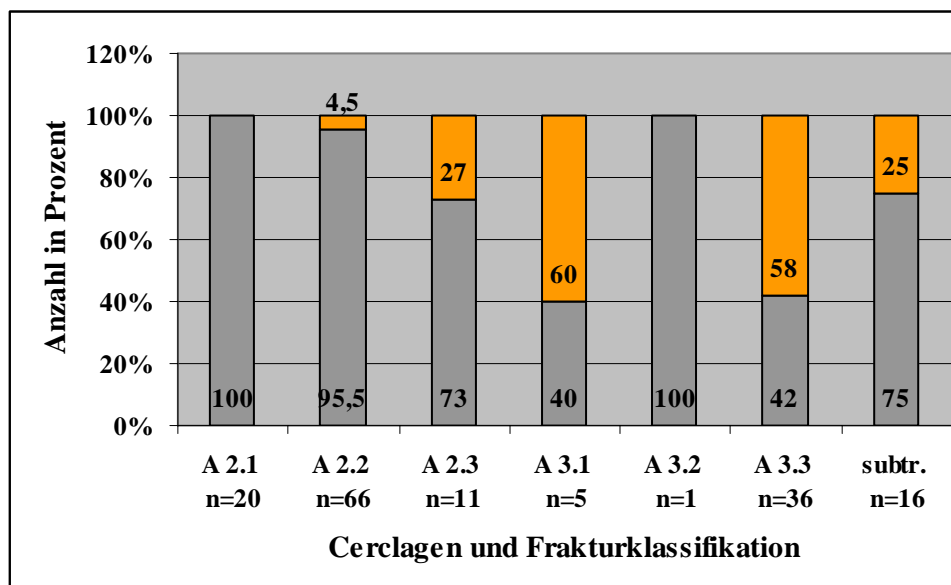
Die röntgenologischen Ergebnisse, Reosteosyntheseraten, Wundrevisionen und das Outcome sind in Tabelle 11 dargestellt.

Tab.11: <b>Ergebnisvergleich nach PFN Implantation mit und ohne Zusatzimplantat (Cerclage)</b>		
	mit Cerclage	ohne Cerclage
Note 1	29% n= 10	37,5% n=45
Note 2	41% n=14	29% n=35
Note 3	26,5% n=9	26,7% n=32
Note 4	0% n=0	2,5% n=3
Note 5	3% n=1	4% n=5
Postoperativer Mittelwert (p>0,05)	2,06	2,05
Postoperativer Mittelwert im Verlauf (p>0,05)	2,35	2,27
OP-Dauer (p<0,05)	105 min	60 min
Reosteosyntheserate (p>0,05)	9% (n=3)	12% (n=14)
Serom/Hämatom (p>0,05)	9% (n=3)	4% (n=5)
Wundinfekt (p>0,05)	12,5% (n=4)	6% (n=7)
Wundrevisionen (p>0,05)	22% (n=7)	10% (n=12)
Pseudarthrose (p>0,05)	0%	2,5%
Barthelindex präoperativ (p>0,05)	91	90
Barthelindex postoperativ (p>0,05)	78	78



Score nach Merle d'Aubigné und Postel präoperativer Durchschnitt ( $p>0,05$ )	16,8	16,8
Score nach Merle d'Aubigné und Postel postoperativer Durchschnitt ( $p>0,05$ )	12,8	12,5

Aus Diagramm 12 ist die Verwendung der Cerclage in Abhängigkeit der Frakturklassifikation ersichtlich.



Diag.12: PFN ohne (grau) und mit (orange) Cerclagen in  
Abhängigkeit der Frakturklassifikation

### **5.11. CCD-Winkel postoperativ und im Verlauf**

Der Caput-Collum-Diaphysenwinkel ist ein Maß für den Achsenstand zwischen der Längsachse des Femurschaftes zum Schenkelhals. Der CCD-Winkel wurde anhand der postoperativ angefertigten Röntgenaufnahmen bestimmt und die Werte der operierten mit der Gegenseite verglichen, als Maß für eine anatomisch korrekte Reposition. Des Weiteren wurde der CCD-Winkel der operierten Seite im Verlauf verglichen, um eventuelle Veränderungen und damit Verschlechterungen im Operationsergebnis herauszufinden. In die Verlaufsbewertung wurden nur Röntgenaufnahmen, die mindestens sechs Wochen nach Operation angefertigt wurden, aufgenommen.

Der Durchschnittswert der CCD-Winkel betrug auf der operierten Seite postoperativ  $129,8^\circ$ . Auf der Gegenseite wurde ein Wert von  $131,4^\circ$  bestimmt. Der Unterschied ist signifikant ( $p < 0,05$ ).

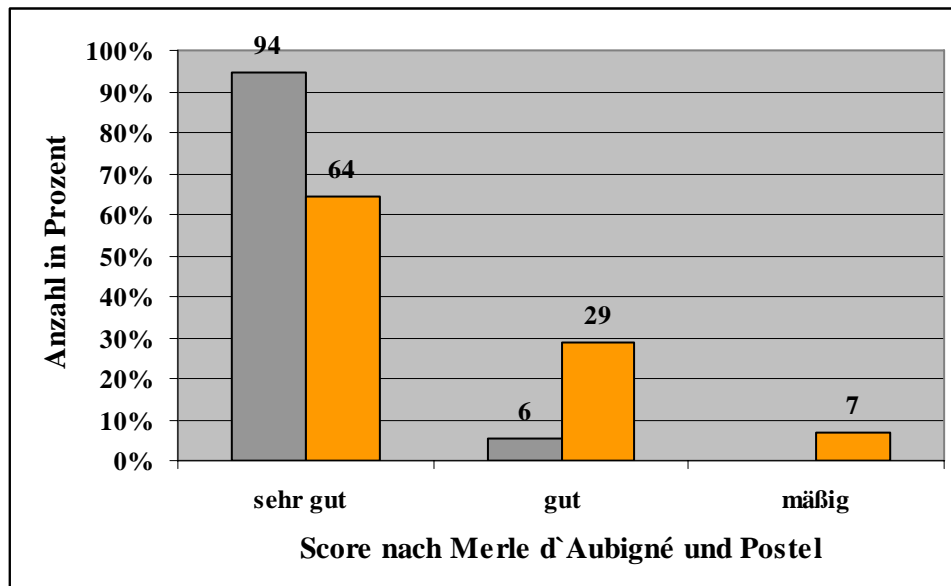
Der Vergleich der CCD-Winkel der operierten Seite nach mindestens sechs Wochen soll zeigen, ob es zu einem signifikanten Unterschied als Ausdruck eines Sinterens oder sekundären Dislokation kam.

Der CCD-Winkel betrug im Durchschnitt postoperativ  $130^\circ$ . In die Auswertung konnten 63 Röntgenaufnahmen einbezogen werden. Im Verlauf verringerte sich der Winkel auf  $129,3^\circ$ . Dieser Unterschied ist nicht signifikant ( $p > 0,05$ ).

## 5.12. Score nach Merle d'Aubigné und Postel

Im Rahmen der Nachuntersuchungen wurde der prä- und postoperative Score nach Merle d'Aubigné und Postel verglichen.

Bei 69 (94,5%) Patienten lag der präoperative Score bei 12-18 Punkten „sehr gut“. Für vier Patienten (5,5%) wurde ein präoperativer Wert von 7-11 Punkten „gut“ bestimmt. Keiner der Patienten gab einen Wert unter 6 Punkten also „mäßig“ an. Postoperativ waren es 47 (64,4%) Patienten, die einen Wert von 12-18 Punkten „sehr gut“ erreichten. Für 21 (28,8%) Patienten konnten einen Wert zwischen 7-11 Punkten „gut“ berechnet werden. Bei fünf Patienten (6,8%) lag der postoperative Wert unter 6 Punkten „mäßig“ (Diag.13).



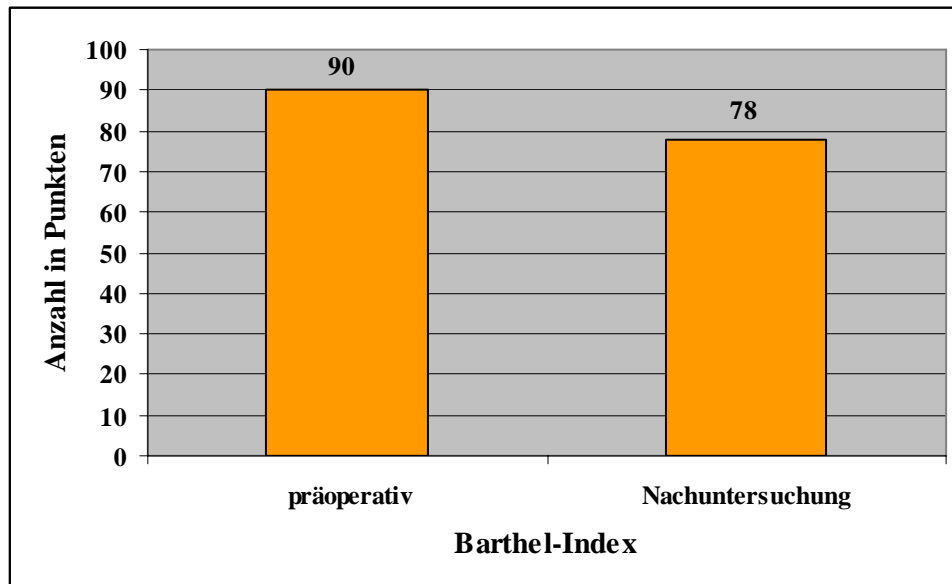
Diag.13: Score präoperativ (grau) und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung (orange)

Der Score fiel von prätraumatisch 16,8 auf 12,6 zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung. Dieser Unterschied ist signifikant ( $p < 0,05$ ). Bei Betrachtung der drei Einzelfaktoren Schmerz, Beweglichkeit und Gehfähigkeit kam es bei der Gehfähigkeit zu einem Abfall des prätraumatischen Wertes um 1,9 beim Schmerz um 1,7 und der Beweglichkeit um 0,6 Zählerpunkte. Der Verlust an Gehfähigkeit hat den größten Einfluss auf die Verschlechterung des Scores.

## 5.13. Activities of Daily Living

### 5.13.1. Barthel-Index

Der Barthel-Index verringerte sich von 90 auf 78 Punkte (Diag.14). Der Unterschied ist signifikant ( $p < 0,05$ ).



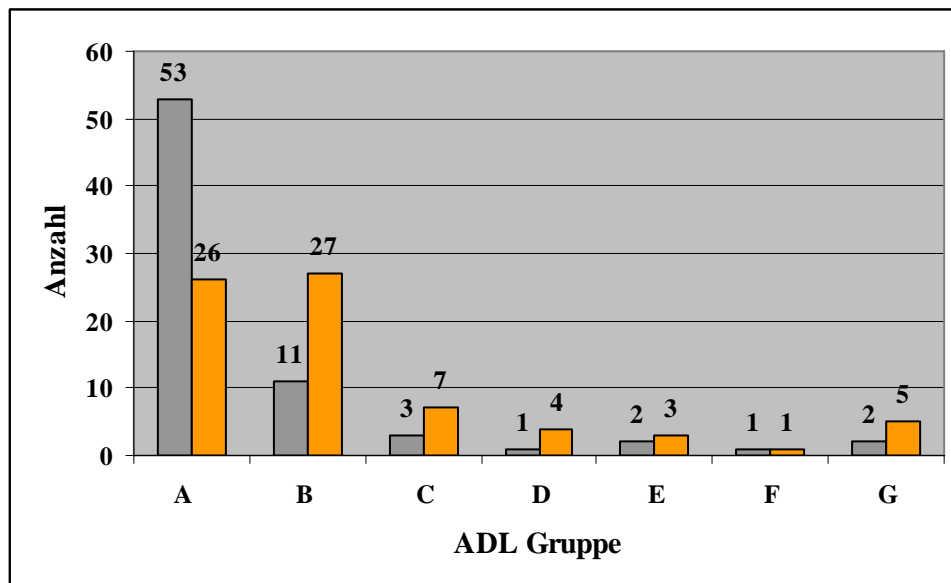
Diag.14: Barthel-Index präoperativ und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung

Patienten, die präoperativ einen Barthel-Index von 100 Punkten aufwiesen, also nicht auf fremde Hilfe angewiesen waren, hatten durchschnittlich einen signifikanten Abfall des Barthel-Index um 10 Punkte zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung ( $p < 0,05$ ). Patienten, die präoperativ bereits hilfebedürftig waren, wiesen einen Abfall um 16 Punkte auf ( $p < 0,05$ ). Sowohl der präoperative, als auch der postoperative Aktivitätszustand dieser beiden Patientengruppen wies signifikante Unterschiede auf ( $p < 0,05$ ).

Patienten, die nach dem stationären Aufenthalt in das häusliche Milieu entlassen wurden hatten einen Abfall um 14 Punkte. Patienten, die einer Rehabilitationsmaßnahme zugeführt wurden, einen Abfall um 12 Punkte. Der Unterschied ist nicht signifikant ( $p > 0,05$ ).

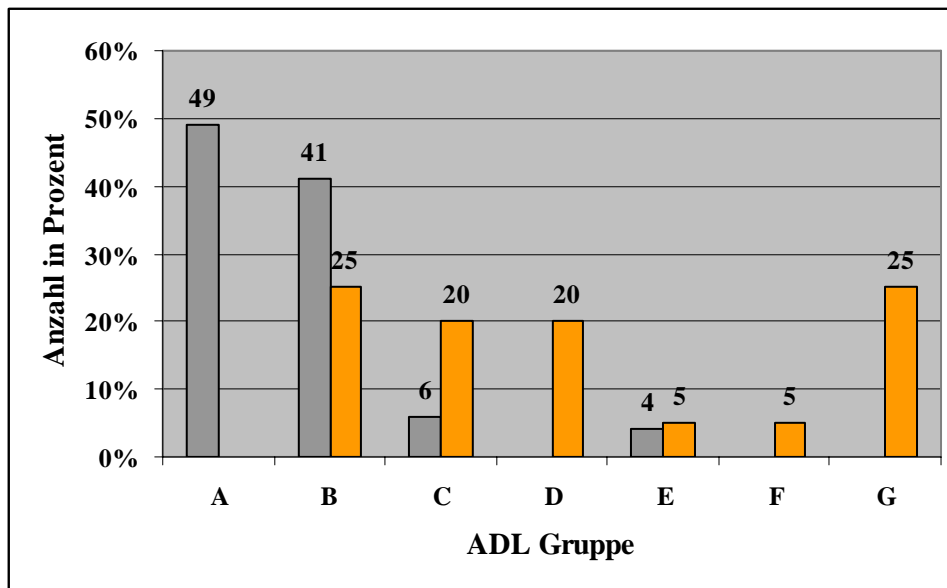
### 5.13.2. Aktivitätsniveau nach Katz

Präoperativ waren 73% aller Patienten völlig selbstständig und 15% benötigten lediglich in einer Funktion Hilfe. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung waren 36% nicht auf Hilfe angewiesen. 37% waren zumindest in einer Funktion auf Hilfe angewiesen (Diag.15).



Diag.15: Aktivitätsniveau nach Katz präoperativ (grau) und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung (orange)

Patienten (n=53), die präoperativ völlig selbstständig waren, waren postoperativ zu 49% selbstständig, 41% benötigten zumindest bei einer Funktion Hilfestellung, 5,7% benötigten bei zwei Funktionen Hilfe und 3,8% bei vier Funktionen fremde Hilfe. Patienten (n=20), die präoperativ bereits auf fremde Hilfe angewiesen waren, erreichten postoperativ ein Aktivitätsniveau nach Katz: Gruppe B: 25%, Gruppe C: 20%, Gruppe D: 20%, Gruppe E: 5%, Gruppe F: 5% und Gruppe G: 25% (Diag.16).



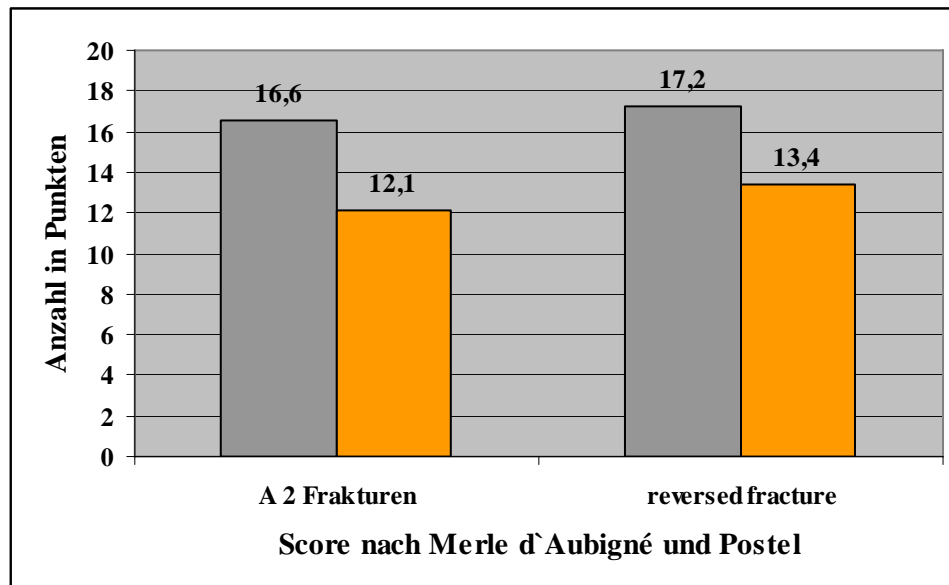
Diag.16: Aktivitätsniveau nach Katz zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung präoperativ selbstständiger Patienten (grau) und hilfsbedürftiger Patienten (orange)

## 5.14. Reversed fracture

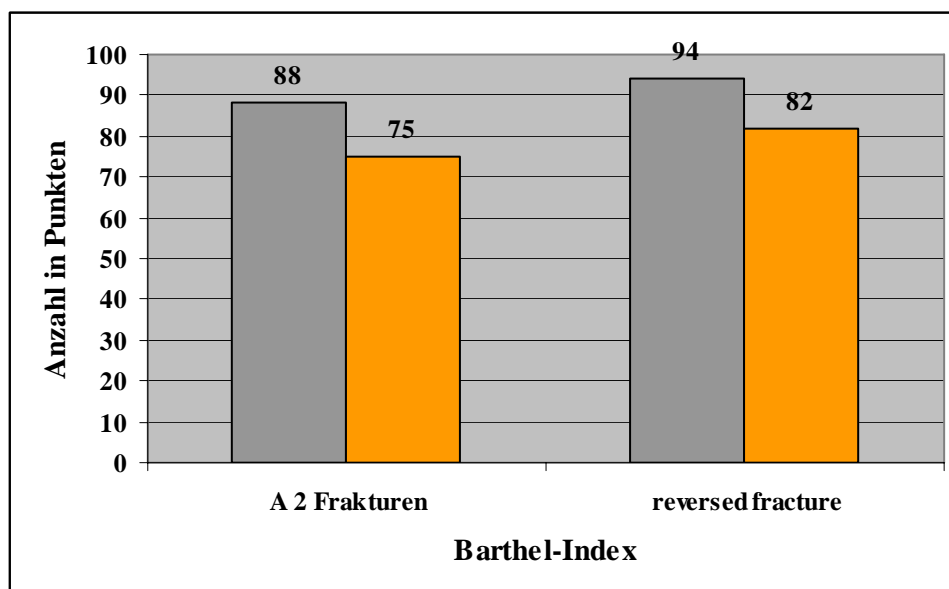
Von den 156 versorgten Frakturen zählten 41 zu der reversed fracture. Die Ergebnisse sind im Vergleich zu den AO 31 A2. 1-3 Frakturen in Tabelle 12 dargestellt.

Tab.12: <b>Ergebnisvergleich A 2 Fraktur und reversed fracture</b>		
	A 2 Frakturen	reversed fracture
Zusatzimplantate (Cerclage) (p<0,05)	6%	58%
OP Dauer (p<0,05)	58 min	94 min
Stationärer Aufenthalt (p>0,05)	17 Tage	17 Tage
Intraoperative Femurschaftfrakturen (p>0,05)	3,1%	4,9%
Wundrevision Hämatom (p>0,05)	3,2%	10%
Wundrevision Infekt (p<0,05)	3,2%	12,5%
Reosteosynthese (p>0,05)	10%	15%
Score nach Merle d'Aubigné und Postel		
Prätraumatisch (p>0,05)	16,6	17,2
Nachuntersuchung (p>0,05)	12,1	13,4
Barthel Index		
Prätraumatisch (p>0,05)	88	94
Nachuntersuchung (p>0,05)	75	82
Perioperative Letalität (p>0,05)	3,1%	9,8%

Der Abfall des Score nach Merle d'Aubigné und Postel und des Barthel-Index war in beiden Frakturgruppen signifikant ( $p < 0,05$ ) (Diag. 17 und 18).



Diag.17: Score nach Merle d'Aubigné und Postel präoperativ (grau) und Nachuntersuchung (orange) für A 2 Frakturen und reversed fracture



Diag.18: Barthel-Index präoperativ (grau) und Nachuntersuchung (orange) für A 2 Frakturen und reversed fracture



## 5.15. Letalität

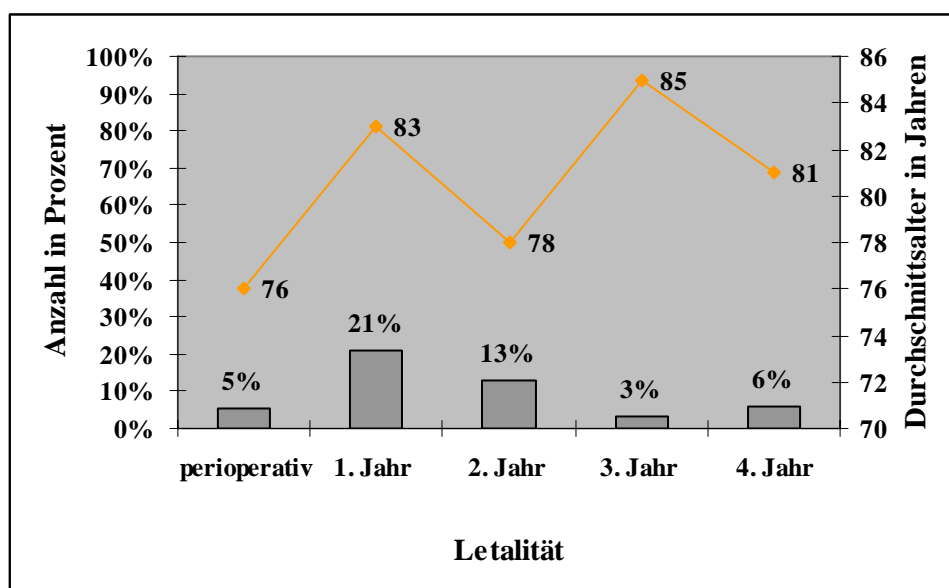
Während des stationären Aufenthaltes sind 8 Patienten (5,3%) verstorben. Die Ursachen sind im Kapitel 5.5 „Weiterbehandlung“ (Seite 22) beschrieben. Die Verstorbenen waren durchschnittlich 76 Jahre alt (45-90 Jahre).

Im ersten Jahr nach Operation verstarben weitere 20,7% (n= 31). Als Ursachen fanden sich je einmal Herzinsuffizienz, Herzinfarktrezidiv, akutes Abdomen, Sepsis, Suizid und offene Tuberkulose. Zwei Patienten verstarben wegen Pneumonie und fünf wegen eines malignen Grundleidens. Bei 18 Patienten konnte die Todesursache nicht eruiert werden. Das Durchschnittsalter der Verstorbenen betrug 83,5 Jahre (46-103 Jahre).

Im zweiten postoperativen Jahr verstarben 12,7% (n=19) Patienten. Ursächlich war ein Apoplex, eine Pneumonie, ein Herzversagen und einmal laut Aussagen der Angehörigen „Altersschwäche“. 15 Todesursachen blieben unklar. Die Patienten verstarben im Durchschnitt mit 78 Jahren (24-93 Jahre).

Die Sterberate im dritten postoperativen Jahr lag bei 3,3% (n=5). Todesursachen konnten bei den Befragungen nicht mehr nachvollzogen werden. Im Durchschnitt waren die Patienten 85,4 Jahre (80-92 Jahre) alt.

Im vierten Jahr nach Operation verstarben neun Patienten (6%). Die Gründe konnten nur für eine Patientin, welche an einem Mammakarzinom verstarb, festgestellt werden. Das Durchschnittsalter der verstorbenen Patienten betrug 81,3 Jahre (60-93 Jahre) (Diag.19).



Diag.19: Letalitätsrate (graue Säulen) und Durchschnittsalter (orange Punkte) in den ersten vier postoperativen Jahren

## 6. Diskussion

Die pertrochantäre Femurfraktur ist eine typische und aufgrund der steigenden Lebenserwartung an Inzidenz zunehmende Fraktur des höheren Lebensalters (13,17,26,35). In der Literatur wird die Häufigkeit mit 573 bis 660 Frakturen pro 100000 Einwohner in Deutschland angegeben (3,4). Das Durchschnittsalter unserer Patienten mit instabiler pertrochantärer Fraktur betrug 78 Jahre. Die Altersstruktur unseres Patientengutes ist mit den Literaturangaben (74-81 Jahre) vergleichbar (13,17,26,46). Die Fraktur ist meist Folge eines banalen Sturzes im häuslichen Milieu auf die Hüfte. In Alten- und Pflegeheimen stürzt jeder zweite Bewohner mindestens einmal jährlich (4). 62% unserer Patienten stürzten im häuslichen Milieu bzw. im Altenheim. Als Ursachen der Stürze sind Gangunsicherheiten bei orthopädischen oder neurologischen Grunderkrankungen, Synkopen, orthostatische Dysregulationen, TIA, Lokomotions- und Sehstörungen zu nennen (52).

Die ausschließlich subtrochantären Frakturen betreffen meist jüngere Patienten nach Hochrasanztraumen (69). In unserem Krankengut lag das Alter der Patienten mit subtrochantären Frakturen im Durchschnitt bei 52 Jahren. Sechs der 17 Patienten wurden im Rahmen eines Polytraumas behandelt. Ursächlich waren vier Verkehrsunfälle, zwei Arbeitsunfälle durch umstürzende Stahlträger oder Gerüste und ein Sturz aus großer Höhe.

Mit zunehmendem Alter der Patienten steigt die Rate der Patienten mit Osteoporose. Der Verlust an Knochendichte besonderes im Bereich des Femurkopfes hat die Abnahme der Belastbarkeit des Knochens zur Folge (10). Das Frakturrisiko steigt insbesondere bei Frauen. Die Belastbarkeit von weiblichen Femora ist signifikant niedriger als die von männlichen Individuen (11,25). In 51% der Fälle wurde bei unseren Patienten eine Osteopenie anhand der Röntgenbilder nachgewiesen. Davon waren 79% Frauen und 21% Männer betroffen. 72% (n=112) der Frakturen zogen sich weibliche Patienten zu. Ähnlich Größenordnungen von 75-83% weibliche Patienten geben andere Autoren an (47,64).

Unsere Patienten erhielten eine Thromboseprophylaxe mit einem Niedermolekularen Heparin (Enoxaparin) und eine Single Shot Antibiotikaprophylaxe mit einem Cephalosporin (Cefotiam, Cefuroxim). Die Infektrate betrug unter Cefotiam 7% und unter Cefuroxim 11%. Der Unterschied ist nicht signifikant ( $p > 0,05$ ). Die Antibiotikaprophylaxe hat einen festen

Stellenwert (33,72). Obwohl es auch etwas ältere Untersuchungen gibt, die keinen signifikanten Unterschied in der Infektionsrate mit und ohne Antibiotikaprophylaxe nachgewiesen haben (37).

Als Anästhesieverfahren kam in 94% die Allgemeinnarkose und in 6% die Spinalanästhesie zum Einsatz. In der Literatur schwanken die Angaben zur Häufigkeit der Allgemeinnarkose zwischen 40-100% (18,33,49). Im Gegensatz dazu stehen Untersuchungen, bei denen das Risiko für kardiopulmonale und zerebrale Komplikationen unter Peridural- und Spinalanästhesie geringer und das Thromboserisiko zwischen 25-50% niedriger ist (71,72). Eine Thromboserate von 0,7% (n=1) in unserem Patientenkollektiv bestätigt diese Aussage nicht. Die kardialen (10%), zerebralen (11%) und pulmonalen (8%) Komplikationsraten wären bei der Anwendung der Spinal- oder Periduralanästhesie möglicherweise niedriger, so dass nach kritischer Analyse über eine Verschiebung des Anästhesieverfahrens zugunsten der Regionalanästhesie nachgedacht werden sollte.

Die Mehrzahl der Autoren favorisiert eine leitliniengerechte, frühzeitige OP innerhalb der ersten 24 (2,13,14,18,51,52,57,60,61,64,70,71,72,80) bzw. 48 Stunden (1,49) nach Aufnahme. Die perioperative Letalität nimmt bei Versorgung nach 48-72 Stunden nach Aufnahme deutlich zu (16,63). Doruk et al. stellten einen signifikant niedrigeren ADL und eine höhere Mortalitätsrate bei Patienten fest, die erst fünf Tage nach stationärer Aufnahme operiert wurden (15). Trotz der Forderung einer schnellstmöglichen Operation, sollte eine präoperative Vorbereitung mit der Optimierung von Grundkrankheiten nicht vernachlässigt werden (12,76). 90% unserer Patienten wurden innerhalb der ersten 24 Stunden nach stationärer Aufnahme operiert.

Sowohl der PFN als auch die DHS werden in der Versorgung der instabilen pertrochantären Femurfraktur allgemein als komplikationsarme, einfach anwendbare und geeignete Implantate akzeptiert (14,20,22,47,50,55,58,63,64,66,71,76,80,83). Wir favorisieren, wie auch eine Reihe anderer Autoren für die stabilen A 1 Frakturen einen extramedullären Kraftträger (z.B. DHS), während die instabilen A 2 und A 3 Frakturen mit einem intramedullären Kraftträger (z.B. PFN) versorgt werden (Siehe Fallbeispiel 3 Seite 81) (64,66,80).

Für die Implantation des PFN wurden im Durchschnitt 70 min (15-180 min) benötigt. Der Vergleich der Operationsdauer von geschlossener (61 min) und offener (104 min) Reposition

ergab einen signifikanten Unterschied ( $p < 0,05$ ). In der Literatur werden ähnlich lange Operationszeiten von 44-72 min angegeben (47,64,66,80,83). Für andere intramedulläre Implantate werden 34-131 min Gammanagel (1,23,39,60) bzw. 43-69 min Gleitnagel (24,29,73) und 72 min Classic-Nagel (33) benötigt.

Die geschlossene Reposition gelang bei 78% aller Frakturen. Im Vergleich zu Arbeiten von Nuber et al. und Werner-Tutschku et al., die 94,4% bis 100% der Frakturen geschlossen reponieren (47,81), ist der Anteil an offenen Repositionen im eigenen Krankengut höher. Die guten radiologischen Ergebnisse unter Verwendung der Cerclage erklären die großzügiger gestellte Indikation zur offenen Reposition. Friedl et al. und Sailer et al. beziffern die Rate der geschlossenen Repositionen bei A 2 Frakturen mit 87% und A 3 Frakturen mit 48% bzw. bei subtrochantären Frakturen mit 70% (23,60).

Postoperativ wurde eine routinemäßige Weichteilsonografie des Wundgebietes durchgeführt. Ein Flüssigkeitsnachweis über 50 ml und/oder klinischen bzw. laborchemischen Entzündungszeichen indizierte eine Wundrevision. Insgesamt ergab sich eine Rate von 12,5% (58% Infekte, 42% Hämatome/Serome). Im Vergleich zu einer früheren Untersuchung in der eigenen Klinik konnte eine Senkung von 14,9% auf 12,5% erzielt werden (84). Im Literaturvergleich von 0,5-3,8% Wundrevisionsraten (47,64,66,80), ist unsere Zahl deutlich höher. Als Ursache ist eine Revisionsrate von 24% nach offener Reposition zu nennen. 65% der Revisionen erfolgten bei Patienten, bei denen intraoperative Komplikationen, wie Dislokation der Fragmente beim Einbringen des Nagels, offene Reposition oder PFN erweist sich beim Einbringen als zu groß, aufgetreten waren. Eine Erklärung für die Infektionsrate kann eine verlängerte OP Dauer sein. Für die Implantation des PFN ohne nachfolgende Wundrevision betrug die Operationsdauer 68 min und mit nachfolgender Revision 87 min. Der Unterschied erweist sich als signifikant ( $p < 0,05$ ).

Die durchschnittliche stationäre Aufenthaltsdauer der Patienten betrug 17 Tage. Die kurze Verweildauer resultiert aus der guten Zusammenarbeit mit unserer geriatrischen Fachklinik, die eine rasche Verlegung und Mobilisation der Patienten ermöglicht. Im Vergleich zu anderen Kliniken beträgt die stationäre Aufenthaltsdauer für den PFN 19-25 Tage (47,64,80), für die DHS zwischen 12-39 Tage (18,50,72), DHS mit Trochanterabstützplatte 15-21 Tage

(41,47), für den Gammanagel 12-37 Tage (41,50,60,77) und die Variokopfprothese 28 Tage (46).

Ziel der operativen Behandlung ist das Erreichen der Vollbelastung des operierten Beines. Eine Teilbelastung besonders bei älteren Menschen ist praktisch nicht realisierbar (14,27,71). Bereits beim Anheben des Beines im Liegen wird die Trochanterregion mit ca. 160% des Körpergewichtes, beim Stolpern mit ca. 700% des Körpergewichtes belastet (5,6,12,27,71,72). Postoperativ konnten 84% (n=124) aller Patienten voll belasten. Gründe für die Teilbelastbarkeit waren reversed fractures, fehlende mediale Abstützung oder Osteoporose bei Alkoholabusus. Osteosynthesen bei Frakturen, die weit nach subtrochantär auslaufen, wurden als weniger stabil beurteilt, zwei Patienten konnten aufgrund von Begleitverletzungen nach Polytrauma nicht voll belasten. Nach Literaturangaben werden für den PFN 97%-100% (47,64,66,80), DHS Implantate 41-89% (48,61,74), Gammanagel 86-100% (21,23,31), Gleitnagel 100% (21) und modulare Hüftprothese 85% (1) Vollbelastung angegeben. Im Literaturvergleich muss eine höhere Anzahl an Patienten im eigenen Krankengut teilbelasten. Möglichweise wird die Stabilität der Osteosynthese bei der vorbestehenden Osteopenie zu niedrig eingeschätzt.

Insgesamt konnten 42% (n=63) der Patienten nach Hause (n=37), ins Altenheim (n=23) oder von zu Hause ins Alterheim (n=3) entlassen werden. 31% (n=46) wurden einer geriatrischen Rehabilitation zugeführt. 21% (n=31) nahmen eine Anschlussheilbehandlung, BGSW oder neurologische Rehabilitation in Anspruch. 2% (n=3) der Patienten wurden auf weiterbehandelte Stationen verlegt. Die Anzahl der Entlassungen in die bisherigen Wohnverhältnisse unterliegen breiten Schwankungen. Zwischen 12 und 61% der Patienten werden in die häusliche Umgebung entlassen, wobei sich der Anteil an geriatrischen Rehabilitationen indirekt proportional verhält (28,41,64,80). Eine Weiterbehandlung bzw. Mobilisation der Patienten in einer geriatrischen Einrichtung halten wir zur Wiedererlangung der Selbstständigkeit für essentiell. 31% unserer Patienten wurden in eine geriatrische Facheinrichtung verlegt. Ein Vergleich der Weiterbehandlung zeigt Tabelle 13.

Tab.13: <b>Entlassung und Weiterbehandlung der Patienten im Vergleich</b>				
Entlassungs- bzw. Verlegungsort	Eigenes Krankengut	Schwab et al. (64)	Willig et al. (82)	Kontrollgruppe ohne Fraktur (82)
Wohnung oder Altenheim	25% (n=37) 17% (n=26)	56%	48% 21%	90% 3%
Betreutes Wohnen			3%	4%
Pflegeheim			27%	2%
Geriatrie	31% (n=46)	30%		
AHB/BGSW	21% (n=31)			
Verlegung zur Behandlung von Begleiterkrankungen	2% (n=3)	14%		

Als ideale Implantatlage gilt die Platzierung der Schenkelhalsschraube in der a.-p. Ebene im Übergang vom unteren zum mittleren Drittel des Schenkelhalses ohne Schwächung des Adamschen Bogens. In der axialen Ebene soll die Schenkelhalsschraube etwas dorsal der Mitte des Schenkelhalses platziert werden (2,18,47,63,72). Einige Autoren favorisieren die zentrale Lage in der axialen Ebene (28,35,48,59). Der Abstand zwischen Schraube und Kopfkortikalis sollte 5-10 mm betragen (47). Die Fragmentadaptation in anatomisch korrekter Lage unter Wiederherstellung des CCD-Winkels und die ideale Implantatlage sind Ziel der Operation (76). Eine exakte anatomische Reposition ist laut Literaturangaben bis zu 87,7% erreichbar (47). Im eigenen Krankengut waren postoperativ 68% aller Frakturen anatomisch korrekt reponiert (Note 1: 36%, Note 2: 32%). In 27% wurde bei idealer Implantatlage eine nicht optimale Fragmentadaptation erreicht (Note 3: 27%). 3,9% (Note 5: 3,9%) aller Frakturen wiesen trotz operativer Versorgung eine grobe Fehlstellung auf. Durch eine kritische intraoperative Analyse des röntgenologischen Ergebnisses hätten einige Revisionen vermieden werden können. Als Konsequenz der ungenügenden Repositionsergebnisse steigen die Revisionsraten mit schlechter werdender Benotung.

Intraoperative Komplikationen traten in 27% der Fälle auf, wobei innerhalb von acht Operationen je zwei Komplikationen auftraten. Die Gründe sind im Kapitel 5.8 „Intraoperative Komplikationen“ (Seite 26) nachzulesen. Die Implantation von 97 PFN (73%)

verlief komplikationslos. Osteosynthesen mit intraoperativen Komplikationen mussten zu 19,5% revidiert werden, ohne intraoperative Komplikationen lag die Revisionsrate bei 7,3%. Der Unterschied ist signifikant ( $p < 0,05$ ). Werner-Tutschku et al. berichten über eine ähnlich hohe intraoperative Komplikationsrate von 25,7%. Die beschriebenen Komplikationen gliedern sich in offene Repositionen 5,6%, Nageltausch zugunsten eines kleineren Durchmessers 4,2%, mehrfache Platzierung des Führungsdrahtes 11,5%, Einbringen durch Hammerschläge 7,1%, intraoperativer Verfahrenswechsel 1,4%, Probleme bei der Positionierung der Antirotations- bzw. Schenkelhalsschraube 17,1% und Schwierigkeiten bei der distalen Verriegelung 5,6% (81). Tyllianakis et al. registrierten 41% technische und mechanische Komplikationen während der PFN Implantation, wobei die Rate eher von dem Frakturtyp und der Operationstechnik als mit dem PFN System an sich abhängig ist (75).

Während nach Literaturangaben in 0,6-1,5% ein cut out beobachtet wird (47,64,66,80), lag die Rate im eigenen Patientengut bei 4,5%. Als mögliche Ursachen wurde eine Osteopenie bzw. Osteoporose vermutet, aber nur 2 der 5 Patienten wiesen röntgenologische Zeichen einer Osteopenie auf. Auch die Platzierung der Schenkelhals- und damit der Antirotationsschraube zu weit kranial im Schenkelhals konnte als Ursache ausgeschlossen werden. Die schmalere Antirotationsschraube und breitere Schenkelhalsschraube wirken wie ein Keil, der sich nach kranial durch den Knochen bohrt. Das Schraubendesign des PFN könnte die Ursache für das cut out sein.

Der Z-Effekt wird selten beobachtet. In nur 0-3% wird das gegenläufige Wandern der beiden Schrauben beobachtet (47,64,66,80). In unserem Patientengut wurde der Z-Effekt in 4 Fällen (3,6%) registriert. Eine Osteosynthese musste wegen drohender Perforation der Schenkelhalsschraube in den Gelenkspalt revidiert werden. Als Ursache wird laut Weise et al. in einem Teil der Fälle eine zu lang gewählte Hüftgleitschraube angesehen (80). Diese Beobachtung trifft auf einen unserer Patienten zu. Zur Verhinderung des Z-Effektes sollten die Spitzen der Schenkelhals- und Antirotationsschraube in einer horizontalen Linie liegen.

Zu einem isolierten lateralen Auswandern der Antirotationsschraube kam es in 5 Fällen und der Schenkelhalsschraube in einem Fall. Bei drei der sechs Patienten lag eine Osteopenie vor. Als Ursache für die Dislokation ist eine fehlende Verankerung der Schrauben im spongiosen Knochen anzunehmen. Die Komplikation hat insofern Bedeutung, als dass bei drei Patienten

eine operative Revision erfolgen musste. Nuber et al. berichten ebenfalls über seitliche Dislokationen der Antirotations- bzw. Schenkelhalsschraube (47).

Bei einer Patientin wurde der Trochanter major wegen einer fortbestehenden erheblichen Dislokation in einer erneuten Operation reponiert und mittels Drahtcerclage retiniert. Bei genauer Analyse der intraoperativen Röntgenkontrollen wäre der Revisionseingriff vermeidbar gewesen. Die Dislokation des Trochanter major wird in der Literatur in bis zu 6% beschrieben (47).

Eine postoperative Rotationsstellung trat bei zwei Patienten auf. Eine Komplikationsrate von 1,3% entspricht dem Literaturvergleich von 0-1,3% (47,64,66,80). Auf eine exakte Einstellung der Rotation während der Operation muss geachtet werden, da das präoperative Repositionsergebnis durch die intraoperativen Manipulationen verändert werden könnte.

Intraoperative Femurschaftfrakturen wurden in unserem Krankengut in sieben Fällen (4,5%) beobachtet. Während einer Operation wurde der PFN mittels Hammerschlägen eingebracht und bei zwei weiteren Operationen kam es zu sekundären Dislokationen der Fraktur beim Einbringen des Nagels. Von den sieben Patienten konnten fünf voll belasten, nur eine Fraktur wurde revidiert. In der Literatur werden für den PFN 0-3% (47,64,66,81) und für den Gammanagel 0-12% (12,50,56) intraoperative Femurschaftfrakturen angegeben.

Eine verzögerte Frakturheilung wird in 0-3,3% der Fälle registriert (47,53,64,66,80). Drei unserer Patienten (4%) entwickelten eine Pseudarthrose. Bei allen Patienten lag postoperativ ein unbefriedigendes radiologisches Ergebnis mit ungenügender Fragmentadaptation vor. Die Pseudarthrosenbildung hätte eventuell durch eine korrekte Reposition und Retention mittels Cerclagen verhindert werden können.

Unsere Reoperationsrate von 11,5% liegt im Literaturdurchschnitt, wobei die Angaben eine erhebliche Streuung von 0,9 bis zu 27% aufweisen (34,47,53,64,66,80). Als Ursachen werden von anderen Autoren das Auswandern der Schrauben, iatrogene Femurfraktur, Z-Effekt, cut out, verzögerte Frakturheilung, fehlende Fragmentadaptation, Rotationsstellung, falsche Schraubenlänge, Metallentfernung oder Dynamisierung angegeben. Im eigenen Krankengut finden sich ebenfalls cut out (n=5), Z-Effekt (n=1), Auswandern bzw. Fehllage der Antirotationsschraube (n=3), ungenügende Fragmentadaptation (n=6) mit Entwicklung zweier



Pseudarthrosen und Hüftschmerz (n=1) als Ursachen wieder. Zusätzlich traten zwei periimplantäre Frakturen (n=2) nach erneuten Sturz auf. Bei kritischer intraoperativer Analyse und Korrektur der 6 Osteosynthesen mit ungenügender Fragmentadaptation wäre eine erneute Operation eventuell vermeidbar gewesen.

Die Thromboserate von 0,7% (n=1) ist aufgrund der routinemäßigen medikamentösen und physikalischen Thromboseprophylaxe (Kompressionsstrümpfe, frühe Mobilisation) niedrig. Im Literaturvergleich schwanken die Angaben zwischen 0-0,5% (47,66).

Trotz sofortiger Mobilisation (90% aller Patienten konnten zwischen 1. und 2. postoperativen Tag mit der Mobilisation beginnen) wurden 18,7% (n=28) Dekubitalulcera registriert. Die Angaben im Literaturvergleich unterliegen mit 0-20% großen Schwankungen (47,66,67), wobei nur wenige Autoren auf diese Komplikation eingehen. Von den 28 beobachteten Dekubiti waren 24 (86%) I° , also lediglich eine Rötung der Haut. Die Mehrzahl der Hautrötungen trat im Bereich der Ferse der Frakturseite auf. Ursächlich könnte, die bei der stationären Aufnahme angelegte Drahtextension sein, die das Umlagern der Ferse unmöglich macht. Aber auch eine postoperative Schonhaltung aufgrund von Schmerzen kann als Ursache in Frage kommen. Die Patienten, die von einem Dekubitus betroffen waren, hatten bereits vor dem Unfall einen reduzierten Barthelindex von 79 Punkten und 15 von 28 Patienten waren postoperativ bei der Mobilisation auf personelle Hilfe angewiesen. Wir haben es mit älteren und schwer mobilisierbaren Patienten zu tun, die einen Dekubitus entwickeln. Diese Vorbedingungen sind nicht veränderbar, so dass nur durch eine möglichst frühe Operation und sofortige intensive Mobilisation und Pflege ein Dekubitus vermeidbar erscheint, z.B. durch die Lagerung der Ferse auf Gelkissen. Auf die herausragende Bedeutung der Physiotherapie und Mobilisation sei an dieser Stelle hingewiesen.

Eine vergleichende Übersicht der postoperativen Ergebnisse ist aus Tabelle 14 ersichtlich.

<b>Eigene Ergebnisse nach Versorgung instabiler per- und subtrochantärer Femurfrakturen nach PFN Implantation im Literaturvergleich</b>					
	Eigene Studie n=156	Nuber et al. (47) n=65	Schwab et al. (64) n=103	Simmermacher et al. (66) n=191	Weise et al. (80) n=263
Operationsdauer	70 min	44,2 min	72 min	68,7 min	65 min

Postoperative Vollbelastung	84%	96,8%	94,2%	92,7%	100%
anatomisch korrekte Reposition	68%	87,7%		85,9%	
Radiologisches Ergebnis im Verlauf	65% gutes Operations- ergebnis	96,8% gutes Operations- ergebnis	74% knöchern konsolidiert, 23% im Durchbau		98% knöchern konsolidiert
Stat. Aufenthalt	17 Tage	18,6 Tage	25,4 Tage		25,4 Tage
Schraubendislokation	5,4%	3,0%	0%	0%	0%
Cut out	4,5%	1,5%	1%	0,6%	1,5%
Z-Effekt	3,6%	3%	0%	0%	1,1%
Dislokation des Trochanter major	0,9%	6%	0%	0%	0%
Rotationsstellung	1,3%	0%	0%	1,3%	0%
Iatrogene Femurfraktur	4,5%	3,0%	0%	0%	0%
Verzögerte Frakturheilung/ Pseudarthrose	4%	0%	3,3%	1,3%	2,3%
Reoperation	11,5%	6,2%	1,0%	12%	1,5%
Wundrevision	12,5%	1,5%	3,8%	0,5%	1,9%
Thrombose	0,7%	0%		0,5%	
Dekubitus	18,7%	0%		0%	

Die Anwendung der Cerclage nahm bei der Versorgung der A 3 Frakturen im Vergleich zu den A 2 Frakturen deutlich zu. Durch die Verwendung von Cerclagen war es möglich, die Fraktur korrekt zu reponieren und retinieren. Dadurch konnte postoperativ ein ähnlich gutes röntgenologisches Ergebnis bei den A 3 Frakturen erreicht werden. Bei gleichem postoperativen Outcome, sowohl der Barthel-Index als auch der Score nach Merle d'Aubigné und Postel zeigten im Verlauf keine signifikanten Unterschiede, waren die Reosteosynthese- und Pseudarthrosenrate niedriger bei Verwendung der Cerclage ( $p > 0,05$ ). Die Rate der Wund-

revisionen war in der Gruppe mit Cerclage höher ( $p>0,05$ ), weil diese Frakturen offen reponiert wurden und dadurch das Weichteiltrauma erhöht und die OP Zeit signifikant verlängert ist. Boldin et al. berichten über einen Anteil von 15% offener Repositionen bei Versorgung von A 3 Frakturen (48% eigenes Krankengut). Nach offener Reposition wurde jeweils eine Cerclage verwendet. In allen Fällen konnte eine knöcherne Konsolidierung der Fraktur erreicht werden. Allerdings tendiert der Autor bei Notwendigkeit einer offenen Reposition und einer Multifragmentfraktur besonders des Trochanter major zur Verwendung der DHS mit Trochanterabstützplatte, um eine exzessive sekundäre Fraktursinterung zu verhindern (8).

Die Wiederherstellung des CCD-Winkels wird als ein wesentlicher Faktor für eine korrekte Frakturversorgung angesehen (12,13,76,81). Der CCD-Winkel betrug postoperativ durchschnittlich  $129,8^\circ$ , im Vergleich zur Gegenseite ( $131,4^\circ$ ) ergab sich ein signifikanter Unterschied ( $p<0,05$ ). Im Verlauf verringerte sich der CCD-Winkel von  $130^\circ$  auf  $129,3^\circ$ , weil es bei 10 Patienten zu einem erheblichen Repositionsverlust durch cut out, Dislokation nach Belastung und ein verstärktes Teleskopieren kam. Sieben Patienten wurden erneut operiert. Der Unterschied ist nicht signifikant ( $p>0,05$ ). Dávid et al berichten über ähnlichen Abfall des CCD-Winkels von  $130,1^\circ$  auf  $129,8^\circ$  12 Wochen postoperativ (13).

Tabelle 15 gibt einen Überblick über den Score nach Merle d'Aubigné und Postel zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung nach PFN Implantation im Literaturvergleich.

<b>Tab.15:</b> <b>Score nach Merle d'Aubigné und Postel zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung nach PFN Implantation im Vergleich</b>			
	Eigenes Krankengut	Nuber et al. (47)	Hohendorff et al. (34)
Nachuntersuchung	28 Monate	6 Monate	12-48 Monate
Sehr gut	64,4%	29%	80%
gut	28,8%	66%	20%
mäßig	6,8%	5%	0%

Im eigenen Krankengut ist ein hoher Anteil an guten und sehr guten Ergebnissen zu verzeichnen, wobei die Nachuntersuchungszeiträume deutlich differieren. Nach einer Untersuchung von Heikkinen et al. verändern sich die meisten ADL Funktionen ab dem 4.

postoperativen Monat nicht mehr signifikant. Der Parameter Schmerz kann aber im weiteren Verlauf noch abnehmen, so dass sich der Score nach Merle d'Aubigné und Postel verbessert (30). Durch die Verschlechterung insbesondere der Gehfähigkeit kommt es zu einer Abnahme an Autonomie des Patienten. Die Aktivitäten des täglichen Lebens können ohne Hilfe nicht mehr durchgeführt werden. Diese Tatsache spiegelt sich im Abfall des Barthel-Index von 90 auf 78 Punkte ( $p < 0,05$ ) und einem signifikanten Abfall des Aktivitätsindex nach Katz ( $p < 0,05$ ) wider. Willig et al. fanden ebenfalls einen signifikanten Abfall des ADL Niveaus nach pertrochantären Frakturen im Vergleich zu einer vergleichbaren Kontrollgruppe ohne Fraktur (82). Fogagnolo et al. beobachteten, dass 67% ihrer Patienten mehr als 90% des prätraumatischen Barthel-Index wieder erlangten (19). Im eigenen Krankengut waren es 49%. Der Unterschied könnte sich aus der Tatsache erklären, dass Fogagnolo et al. auch stabile Frakturen in seine Untersuchung aufgenommen hatten. In einer Studie des eigenen Klinikum in den Jahren 1994-1995 konnten 74% der nach 18 Monaten nachuntersuchten Patienten nach operativer Versorgung einer hüftnahen Femurfraktur ein Aktivitätsniveau der Gruppe A-C erreichen (62). In unserer jetzigen Untersuchung waren es 82%. Die Bedeutung einer geriatrischen Weiterbehandlung bzw. geeigneten Rehabilitationsmaßnahme zeigt sich in einem geringeren Abfall des Barthelindex von 12 Punkten im Vergleich zu 14 Punkten bei Patienten ohne anschließende Rehabilitationsmaßnahme ( $p > 0,05$ ).

Im Vergleich zu den A 2 Frakturen kamen bei der Behandlung der reversed fracture im eigenen Krankengut zunehmend der PFN lang und Cerclagen zur Anwendung. Die Operationszeiten der reversed fractures waren signifikant länger. Die stationäre Aufenthaltsdauer zeigte keine signifikanten Unterschiede. Während die Wundrevisionsraten wegen eines Infektes oder Hämatom/Serom bei reversed fractures höher sind und mit dem ausgedehnten operativen Zugang durch die offene Reposition und Verwendung von Cerclagen zusammenhängen könnten, ist die höhere Reosteosyntheserate auf die ungenügende primär erzielte Stabilität zurück zu führen. Die Nachuntersuchungsergebnisse hinsichtlich des Barthelindex, Score nach Merle d'Aubigné und Postel und der perioperativen Letalität ergaben keine signifikanten Unterschiede. Das Outcome ist für beide Patientengruppen gleich.

Die Letalität bei proximalen Femurfrakturen wird mit 1,5-10,4% während des stationären Aufenthaltes (3,57,64,80) und 25-38% ein Jahr nach Trauma angegeben (3,4,16,38). Im eigenen Krankengut verstarben 5,3% während des stationären Aufenthaltes. Die 1-Jahresletalität betrug 21%. Die verstorbenen Patienten wurden präoperativ mit ASA 3-5 eingestuft und bis auf eine Patientin sofort am Aufnahmetag operiert. Eine präoperative

Optimierung der Grundkrankheiten könnte eventuell einen positiven Einfluss auf die Letalitätsrate haben. Die perioperativen Letalitätsraten für andere Implantatformen, wie der DHS liegen zwischen 2-37% (13,18,33,45,50,57,61,74), dem Gammanagel zwischen 5,5-31% (23,31,50,56,77), Variokopfprothese 20,2% (39) und TEP 2,7% (54).

Als Ausblick könnte die Weiterentwicklung der intramedullären Implantate eine höhere Stabilität im osteoporotischen Knochen gewährleisten. Inwiefern das neue Nageldesign, z.B. des PFNA die Prognose der Patienten verbessert, muss in weiteren Studien geprüft werden (68).

## 7. Schlussfolgerungen

Die instabilen per- und subtrochantären Frakturen sind Frakturen mit hoher Inzidenz. Die Therapie der Wahl ist die Operation mit einem geeigneten Osteosyntheseverfahren. In der eigenen Klinik hat sich in der Versorgung der stabilen pertrochantären A 1 Frakturen die Verwendung eines extramedullären Kraftträgers (DHS) bewährt, während die instabilen pertrochantären A 2 und A 3, sowie die subtrochantären Frakturen mittels eines intramedullären Implantates (z.B. PFN, Gammanagel) versorgt werden.

Die Häufigkeit der Fraktur sollte nicht zu einer Bagatellisierung führen. Die korrekte, primär belastungsstabile Osteosynthese ist Ziel der Operation. Voraussetzung ist die genaue präoperative Analyse der Fraktur in beiden Ebenen, um ein geeignetes Operationsverfahren zu wählen. Die Entscheidung für ein extra- oder intramedulläres Implantat muss nach Reposition auf dem Extensionstisch erneut bestätigt werden. Auf die anatomiegerechte Einrichtung der Fragmente in beiden Ebenen mit Wiederherstellung des CCD-Winkels ist unbedingt zu achten. Ist eine korrekte Reposition geschlossen nicht möglich, sollte das Ergebnis nicht als gegeben toleriert werden, sondern eine offene Reposition erfolgen. Um die korrekte Fragmentadaptation zu sichern, können Zusatzimplantate wie Drahtcerclagen eingesetzt werden (Siehe Fallbeispiel 4 Seite 82 und 5 Seite 83). Die postoperative Röntgenkontrolle noch im Operationssaal muss in beiden Ebenen erfolgen und kritisch interpretiert werden.

Neben der anatomisch korrekten Reposition ist die Implantatlage die zweite wichtige Komponente zum Erfolg des Operationsergebnisses. Das Implantat muss lege artis platziert werden. Die Schenkelhalsschraube des PFN kommt in der a.-p. Ebene im unteren Drittel des Schenkelhalses ohne Schwächung des Adamschen Bogens zu liegen. In der axialen Ebene wird die Schenkelhalsschraube zentral bis leicht dorsal der Mitte des Schenkelhalses platziert. Der Abstand zur Femurkopfkortikalis beträgt 5-10 mm. Die Antirotationsschraube darf nicht zu weit kranial platziert werden, um ein cut out zu verhindern. Zur Vermeidung des Z-Effektes sollten die Spitzen von Schenkelhals- und Antirotationsschraube auf einer horizontalen Linie liegen. Während der Implantation ist das Einbringen des Nagels durch Hammerschläge zu vermeiden, um Femurschaftfrakturen zu verhindern.

Bei anatomisch korrekter Reposition und idealer Implantatlage ist die Rate an sekundären Fehlstellungen und Implantatversagen niedrig. Kommt es dennoch zu einem Repositionsverlust oder Implantatversagen, sollte bei osteoporotischen Knochen kein Versuch der Reosteosynthese unternommen werden, sondern die Implantation einer H-TEP vorgenommen werden, da ansonsten ein erneuter Misserfolg wahrscheinlich ist (Siehe Fallbeispiel 2 Seite 78) (9).

In den Fällen mit fehlerhafter Implantatlage und/oder ungenügendem Repositionsergebnis ist über eine Reosteosynthese im Einzelfall, abhängig von der Knochenqualität, zu entscheiden. Die Anwendung des LISS als Salvage Procedure hat sich aus unserer Sicht nur in Einzelfällen bewährt. Bei technisch suboptimal durchgeführter Erstoperation sollte bei zu erwartenden Komplikationen die Korrekturosteosynthese unverzüglich erfolgen.

Die hohe perioperative Mortalität kann möglicherweise durch eine präoperative Optimierung des Allgemeinzustandes bei vorliegenden Grundkrankheiten gesenkt werden. Die im Gegensatz dazu stehende Forderung die Operation möglichst innerhalb der ersten 24 Stunden nach dem Unfall durchzuführen, ist dann zu relativieren. Diese Hypothese muss in Studien geklärt werden.

Ein nachgewiesenes, aber zu wenig angewandtes Mittel die Frakturinzidenz zu senken, ist die Frakturprävention. Im eigenen Krankengut haben 18 (11%) Patienten im bzw. vor dem Erfassungszeitraum eine zweite hüftgelenksnahe Fraktur erlitten. Der Aufklärung der Patienten über Präventionsmöglichkeiten, wie medikamentöse Osteoporosebehandlung, Training von Koordination, Balance und Muskelkraft, sowie das Tragen von Hüftprotektoren sollte mehr Aufmerksamkeit geschenkt werden. Die postoperative Osteoporosetherapie zur Vermeidung von Folgefrakturen, sollte bei einer Lebenserwartung von mindestens einem Jahr im Entlassungsbrief empfohlen werden.

## 8. Literaturverzeichnis

1. Andreß HJ, Forkel H, Grubwinkler M, Landes J, Piltz S, Hertlein H und Lob G (2000) Versorgung der per- bis subtrochantären Femurfraktur durch Gammanagel und modulare Hüftprothese. Unfallchirurg 103:444-451.
2. Aymar M: Pertrochantäre Femurfrakturen. In: Cotta: Standardverfahren in der operativen Orthopädie und Unfallchirurgie, Georg Thieme Verlag, Stuttgart (1996) S.534-539.
3. Balk R, Hahn F und Tarcea B (2002) Die proximale Femurfraktur, Häufigkeit, Demographie, Ätiologie, Prophylaxe. OP-Journal 2: 80-84.
4. Becker C und Scheible S (1998) Stürze und sturzbedingte Verletzungen älterer Menschen. Fortschritte der Medizin 166: 22-29.
5. Bergmann G, Rohlmann A und Graichen F (1989) In vivo Messung der Hüftgelenkbelastung 1. Teil: Krankengymnastik. Z Orthop 127: 672-679.
6. Bergmann G, Rohlmann A und Graichen F: In vivo Messung der Belastung von Hüftendoprothesen – Konsequenzen für die Rehabilitation. In: Hipp E, Grading R und Ascherl R (Hrsg.): Die zementfreie Hüftprothese, Demeter Gräfelfing (1992) S. 97-103.
7. Bertolini R und Leutert G: Atlas der Anatomie des Menschen. Georg Thieme Verlag, Leipzig (1978) S. 202.
8. Boldin Ch, Seibert FJ, Fankhauser F, Peicha G, Grechenig W and Szyszkowski R (2003) The proximal femoral nail (PFN)- a minimal invasive treatment of unstable proximal femoral fractures. Acta Orthop Scand 74: 53-58.
9. Bonnaire F (2005) Krankenhaus Dresden-Friedrichstadt: Persönliche Mitteilung
10. Bonnaire FA, Buitrago-Tellez C, Schmal H, Götze B and Weber AT (2002) Correlation of bone density and geometric parameters to the mechanical strength of the femoral neck. Injury 33: 47-53.
11. Buitrago-Tellez CH, Bonnaire F, Schulze C, Gufler H, Hönniger A, Kuner E und Langer M (1997) Quantitative CT des proximalen Femurs. Fortschr. Röntgenstr. 167: 627-632.
12. Dávid A, von der Heyde und Pommer A (2000) Therapiemöglichkeit trochantärer Frakturen. Sicher-schnell-stabil. Orthopäde 29: 294-301.
13. Dávid A, Hüfner T, Lewandrowski KU, Pape D und Muhr G (1996) Dynamische Hüftschraube (DHS) mit Abstützplatte – eine sichere Osteosynthese für hochinstabile „reverse“ trochantäre Frakturen? Chirurg 67: 1166-1173.
14. Doering R und Winker KH (2002) Die pertrochantäre Femurfraktur: Intramedulläre Fixation. OP-Journal 2: 128-131.



15. Doruk H, Mas MR, Yildiz C, Sonmez A and Kyrdemir V (2004) The effect of timing of the hip fracture surgery on the activity of daily living and mortality in elderly. Arch Gerontol Geriatr 39: 179-185.
16. Džupa V, Bartoniček J, Skála-Rosenbaum J and Prikazský V (2002) Mortality of Patients with Proximal Femur Fracture in the Course of the First Year after injury. Acta-Chir-Orthop-Traumatol-Cech. 69: 39-44.
17. Ensrud KE, Palermo L, Black DM, Cauley J, Jergas M, Orwoll ES, Nevitt MC, Fox KM and Cummings SR (1995) Hip and Calcaneal Bone Loss Increase with Advancing Age: Longitudinal Results from the Study of Osteoporotic Fractures. Journal of Bone and Mineral Research 10: 1778-1787.
18. Euler E, Krueger P und Schweiberer L (1990) Die Behandlung hüftnaher Femurfrakturen mit der dynamischen Hüftschraube (DHS). Operat. Orthop. Traumatol. 2: 203-214.
19. Fogagnolo F, Kfuri M Jr and Paccola CA (2004) Intramedullary fixation of pertrochanteric hip fractures with the short AO-ASIF proximal femoral nail. Arch Orthop Trauma Surg 124: 31-37.
20. Friedl W (1992) Die Doppelplattenverbundosteosynthese. Ein Verfahren zur primär belastungsstabilen Versorgung von Problemverletzungen des subtrochanteren bis suprakondylären Femurbereiches. Akt. Traumatol. 22: 189-196.
21. Friedl W (1996) Der Gleitnagel (GN). Ein neues Implantat zur komplikationsarmen, primär belastungsstabilen Versorgung aller per- und subtrochantären Femurfrakturen. Langenbecks Arch Chir Suppl II Kongressbd. 113: 970-973.
22. Friedl W und Clausen J (2001) Experimentelle Untersuchungen zur Optimierung der Belastungsstabilität von Implantaten für proximale Femurfrakturen. Chirurg 72: 1344-1352.
23. Friedl W, Colombo-Benkmann M, Dockter S, Machens HG und Mieck U (1994) Gammanagel-Osteosynthese per- und subtrochanterer Femurfrakturen. Chirurg 65: 953-963.
24. Friedl W, Göhring U, Fritz TH und Kriegelstein CH (1998) Die Gleitnagelosteosynthese Ein neues universell einsetzbares Implantat zur Versorgung per- und subtrochanterer Femurfrakturen. Chirurg 69: 191-197.
25. Friedl W und Krebs H (1990) Die Bedeutung individueller Charakteristiken für die Belastbarkeit und Verformung des proximalen Femur. Unfallchirurg 93: 364-371.
26. Gallagher JC, Melton LJ, Riggs BL and Bergstrath E (1980) Epidemiology of Fractures of the Proximal Femur in Rochester, Minnesota. Clinical Orthopaedics and Related Research 150: 163-171.
27. Götze B, Bonnaire F, Weise K und Friedl HP (1998) Belastbarkeit von Osteosynthesen bei instabilen per- und subtrochanteren Femurfrakturen: Experimentelle Untersuchungen mit PFN, Gamma-Nagel, DHS/Trochanterstabilisierungsplatte, 95°-Condylenplatte und UFN/Spiralklinge. Akt. Traumatol. 28: 197-204.

28. Gruss M und Traut R (1992) Die Versorgung instabiler pertrochantärer und per- bis subtrochantärer Oberschenkelbrüche mit der dynamischen Hüftschraube (DHS). Akt. Traumatol. 22: 144-148.
29. Guyer P, Landolt M, Keller H und Eberle C (1991) Der Gammanagel bei per- und intertrochantären Femurfrakturen- Alternative oder Ergänzung zur DHS? Akt. Traumatol. 21: 242-249.
30. Heikkinen T and Jalovaara P (2005) Four or twelve months`follow-up in the evaluation of functional outcome after hip fracture surgery? Scand J Surg 94: 59-66.
31. Heinz T und Vecsei V (1992) Der Gammanagel. Ein neues Implantat zur Versorgung hüftgelenksnaher Frakturen. Akt. Traumatol.22: 163-169.
32. Henne-Bruns D, Dürig M und Kremer B: Chirurgie. Georg Thieme Verlag, Stuttgart (2003) S. 1197.
33. Hoffmann R, Schmidmaier G, Schulz R, Schütz M und Südkamp NP (1999) Classic-Nagel vs. Dynamische Hüftschraube (DHS). Unfallchirurg 102: 182-190.
34. Hohendorff B, Meyer P, Menezes D, Meier L und Elke R (2005) Behandlungsergebnisse und Komplikationen nach PFN-Osteosynthese. Unfallchirurg 108: 938-953.
35. Josten C und Verheyden P (1999) Pertrochantäre Pseudarthrosen Materialfehler-technische Fehler- naturgegeben? Chirurg 70: 1209-1215.
36. Katz S, Ford AB, Moskowitz RW, Jackson BA and Jaffe MW (1963) Studies of illness in the aged. The Index of ADL: A standardized measure of biological and psychosocial function. J Am Med Ass 185: 914-919.
37. Kaukonen JP, Kemppainen E, Mäkijärvi J and Tuominen T (1995) One Dose Cefuroxime Prophylaxis In Hip Fractures Surgery. Annales Chirurgiae et Gynaecologiae 84: 417-419.
38. Keene GS, Parker MJ and Pryor GA (1993) Mortality and Morbidity after hip fractures. BMJ 307: 1248-1250.
39. Lahoud JC, Asselineau A, Salengro S, Molina V and Bombart M (1997) Comparative study of gamma nail and nail, blade or screw plates for sub-trochanteric fractures treatment. Revue de chirurgie orthopédique 83: 335-342.
40. Luther A, Langenhan S und Winker KH (2004) Per- und subtrochantäre Femurfrakturen. OP-Journal 2: 142-149.
41. Madsen JE, Næss L, Aune AK, Alho A, Ekeland A and Strømsøe K (1998) Dynamic Hip Screw With Trochanteric Stabilizing Plate in the Treatment of Unstable Proximal Femoral Fractures: A Comparative Study With the Gamma Nail and Compression Hip Screw. J Orthop Trauma 12: 241-248.
42. Mahoney FI and Barthel DW (1996) The Barthel-Index. Measuring Health 2: 56-62.

43. Merle d'Aubigné R, Cauchoix J et Ramandier JV (1949) Evaluation chiffrée de la fonction de la hanche. Application à l'étude des résultats des opérations mobilisatrices de la hanche. *Re Chir Orthop* 35: 541-548.
44. Mueller ME, Nazarian S, Koch P and Schatzker J: *Classification of Fractures*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo (1990) S.116-137.
45. Muller B, Bonnaire F, Heckel T, Jaeger JH, Kempf I und Kuner EH (1994) Ender-Nagel mit Verriegelung oder dynamische Hüftschraube bei pertrochantären Frakturen? *Unfallchirurgie* 20: 18-29.
46. Niebuhr H, Nahrstedt U, Brüning M und Rückert K (1991) Die Variokopfendoprothese in der Behandlung der Schenkelhals- und schenkelhalsnahen Fraktur. *Unfallchirurgie* 17: 146-151.
47. Nuber S, Schönweiss T und Rüter A (2003) Stabilisierung von instabilen trochantären Mehrfragmentfrakturen. *Unfallchirurg* 106: 39-47.
48. Ostermann PAW, Haase N und Ekkernkamp A (2001) Extramedulläre Osteosynthesetechnik bei proximaler Femurfraktur. *Chirurg* 72: 1271-1276.
49. Parker MJ, Dutta BK, Sivaji C and Pryor GA (1997) Subtrochanteric fractures of the femur. *Injury* 28: 91-95.
50. Parker MJ and Pryor GA (1996) Gamma versus DHS nailing for extracapsular femoral fractures. *International Orthopaedics* 20: 163-168.
51. Pauschert R, Niethard U, Schöning B und Lurz G (1996) Letalität nach Frakturen des coxalen Femurendes im fortgeschrittenen Alter. *Dt Ärztebl* 93: 102-107.
52. Pauschert R, Runge M und Friedl W (1996) Letalität nach Frakturen des coxalen Femurendes im fortgeschrittenen Alter. *Dt Ärztebl* 93: 2406-2407.
53. Pavelka T, Matejka J and Cervenкова H (2005) Complications of internal fixation by a short proximal femoral nail. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech* 72: 344-354.
54. Perka C, Ludwig R und Stern S (2000) Die totalendoprothetische Versorgung des Hüftgelenkes nach fehlgeschlagener Osteosynthese einer hüftgelenksnahen Fraktur. *Z Orthop* 138: 39-45.
55. Plötz W, Rechl H, Trager J, Burgkart R und Hipp E (1994) Versorgung instabiler Frakturen am koxalen Femurende. Auswahl des geeigneten Osteosyntheseverfahrens beim alten Menschen. *Fortschr Med* 112: 218-220.
56. Radford PJ, Needoff M and Webb JK (1993) A Prospective Randomised Comparison Of The Dynamic Hip Screw And The Gamma Locking Nail. *J Bone Joint Surg* 75: 789-793.
57. Raunest J, Engelmann R, Jonas M und Derra E (2001) Morbidität und Letalität bei hüftgelenknahen Femurfrakturen im höheren Lebensalter. *Unfallchirurg* 104: 325-332.

58. Regazzoni P: Method of treatment of proximal femoral fractures: choice of the implant. In: Marti R and Dunki Jacobs PB (eds.): Proximal femoral fractures, operative technique and complications. Vol 2. Medical Press, London (1993) S.389-408.
59. Regazzoni P und Harder F (1985) Die dynamische Hüftschraube. Chir. Praxis 34: 51-63.
60. Sailer R, Ulmer H, Hrubesch R, Fink C, Hoser C und Rangger C (2000) Operative Stabilisierung von per- und subtrochantären Oberschenkelfrakturen mit dem Gammannagel. Chirurg 71: 1380-1384.
61. Schlickewei W, Kuner EH, Bonnaire F und Schinko HM (1991) Traumatologie beim alten Menschen. Akt. Traumatol. 21: 98-103.
62. Schmidt J, Nöller H und Winker KH (1998) ADL-Niveau nach operativ versorgten koxalen Femurfrakturen beim alten Menschen. Phys Rehab Kur Med 8: 197-201.
63. Schulte-Bockholt D, Grützner PA, Schmidgen A und Wentzensen A (2002) Die pertrochantäre Femurfraktur: Extramedulläre Fixation mittels dynamischer Hüftschraube (DHS). OP-Journal 2: 122-127.
64. Schwab E, Höntzsch D und Weise K (1998) Die Versorgung instabiler per- und subtrochantärer Femurfrakturen mit dem Proximalen Femurnagel (PFN). Akt. Traumatol. 28: 56-60.
65. Simanski C, Bouillon B, Lefering R, Zumsande N und Tiling T (2002) Welche Prognosefaktoren korrelieren mit der Alltagsaktivität (Barthel-Index) ein Jahr nach hüftgelenksnaher Fraktur? Unfallchirurg 105: 99-107.
66. Simmermacher RKJ, Bosch AM and van der Werken C (1999) The AO/ASIF-proximal femoral nail (PFN): a new device for the treatment of unstable proximal femoral fractures. Injury 30: 327-332.
67. Specht-Leible N, Schultz U, Kraus B, Meeder J, Quentmeier A, Ewerbeck V, Voss E, Martin M und Oster P (2003) Case-Management und funktionelle Ergebnisse nach proximaler Femurfraktur im höheren Lebensalter. Unfallchirurg 106: 207-214.
68. Steinmeier S (2004) Der neue proximale Femurnagel PFNA. Clinical Voice 01/2004: 1,10.
69. Strohecker T, Pommer A und Dávid A (2002) Die subtrochantäre Femurfraktur. OP-Journal 2: 142-146.
70. Stürmer KM: Leitlinien Unfallchirurgie. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York (1997) S.15.
71. Stürmer KM und Dresing K (1995) Pertrochantäre Frakturen. Zentralbl Chir 120: 862-872.
72. Stürmer KM, Dresing K, Meeder PJ, Hanke J, Aufmkolk M und Boesing P: Wandel bei der Osteosynthese pertrochantärer und subtrochantärer Femurfrakturen. In: Rehm KE (Hrsg.): Hefte zu der Unfallchirurg, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg (1993) S. 99-121.

73. Suckel A, Wynands N, Garbrecht M und Mocke U (2001) Die belastungsstabile osteosynthetische Versorgung von per- und subtrochantären Frakturen mit dem Gleitnagel. *Akt Traumatol* 31: 171-175.
74. Taeger G, Schmid C, Zettl R, Schweiberer L und Nast-Kolb D (2000) Die stabile und instabile pertrochantäre Femurfraktur. *Unfallchirurg* 103: 741-748.
75. Tyllianakis M, Panagopoulos A, Papadopoulos A, Papasimos S and Mousafirir K (2004) Treatment of extracapsular hip fractures with the proximal femoral nail (PFN): long term results in 45 patients. *Acta Orthop Belg* 70: 444-454.
76. Wagner S und Rüter A (1999) Per- und subtrochantäre Femurfrakturen. *Unfallchirurg* 102: 206-222.
77. Wagner R, Blattert TR und Weckbach A (1998) Problemlösung der extraartikulären, koxalen Femurfraktur durch das „Gleitschrauben-Nagel-Prinzip“. *Unfallchirurg* 101: 894-900.
78. Waldeyer A und Mayet A: *Anatomie des Menschen 1*. Walter de Gruyter, Berlin, New York (1980) S. 357.
79. Weise K und Smiszek F (1995) Per- und subtrochantäre Oberschenkelfrakturen beim alten Menschen. *OP-Journal* 1: 33-41.
80. Weise K und Schwab E (2001) Intramedulläre Kraftträger zur Versorgung der per- und subtrochanteren Femurfraktur. *Chirurg* 72: 1277-1282.
81. Werner-Tutschku W, Lajtai G, Schmiedhuber G, Lang T, Pirkl C und Orthner E (2002) Intra- und perioperative Komplikationen bei der Stabilisierung von per- und subtrochantären Femurfrakturen mittels PFN. *Unfallchirurg* 105: 881-885.
82. Willig R, Keinänen-Kiukaaniemi S and Jalovaara P (2001) Mortality and quality of life after trochanteric hip fracture. *Public Health* 115: 323-327.
83. Windolf J, Hollander DA, Krämer S und Hakimi M (2001) Der Proximale Femurnagel (PFN): Verfahren der Wahl zur belastungsstabilen Versorgung von 31-A-Frakturen alter Menschen? *Akt. Traumatol* 31: 57-63.
84. Ziegert A, Petereit U und Winker KH (1998) Sonographisch assistierte Verlaufskontrolle operativ versorgter koxaler Femurfrakturen. *Akt Traumatol* 28: 52-55.

## Anhang

### Score nach Merle d'Aubigné und Postel

Der Score nach Merle d'Aubigné und Postel schätzt die Parameter Schmerz, Beweglichkeit und Gehfähigkeit ein (Tab.16). Den 3 Kategorien werden Punktwerte zwischen 0 und 6 zugeordnet. Punktwerte von 12-18 gelten als „sehr gut“, 7-11 Punkte als „gut“ und weniger als 7 Punkte als „mäßig“(65,74).

Tab.16: Score nach Merle d'Aubigné und Postel			
Schmerz	Beweglichkeit	Gehfähigkeit	Punkte
Sehr stark und dauernd	Ankylose in ungünstiger Stellung	Unmöglich	0
Sehr stark und schlafstörend	Ankylose in günstiger Stellung	Nur mit Unterarmgehstützen	1
Stark beim Gehen, aktivitätseinschränkend	Flexion < 40°, Abduktion 0° oder leichte Kontraktur	Nur mit zwei Stöcken	2
Erträglich, aktivitätseinschränkend	Flexion < 40-60°	< 1 Stunde, kaum ohne Stock	3
Sofort nach dem Gehen, rasch abklingend	Flexion > 60-80°, Schuhbinden möglich	Mit 1 Stock länger, ohne Stock kurz (hinkend)	4
Leicht und unregelmäßig, normale Aktivität	Flexion > 80-90°, Abduktion < 25°	Ohne Stock, mit leichten Hinken	5
schmerzfrei	Flexion > 90°, Abduktion > 25°	Normal	6

## Activities of Daily Living

### Barthel-Index

Tabelle 17 gibt die Errechnung des Barthel-Index wieder (42,65). Der Barthel-Index gilt als Ausdruck für die ADL. Er setzt sich aus 10 Einzelfaktoren zusammen, die mit einem Punktwert von 0,5,10 oder 15 besetzt werden. Der maximal erreichbare Wert beträgt 100.

Tab.17: <b>Barthel-Index</b>	
<b>Funktion</b>	<b>Punkte</b>
<b>Essen</b> Unfähig, allein zu essen Braucht etwas Hilfe Selbstständig, benötigt keine Hilfe	 0 5 10
<b>Baden</b> Abhängig von fremder Hilfe Selbstständig, benötigt keine Hilfe	 0 5
<b>Körperpflege</b> Abhängig von fremder Hilfe Selbstständig, benötigt keine Hilfe	 0 5
<b>An- und Auskleiden</b> Unfähig, sich allein an- und auszuziehen Braucht etwas Hilfe Selbstständig, benötigt keine Hilfe	 0 5 10
<b>Stuhlkontrolle</b> Inkontinent Gelegentlich inkontinent Ständig kontinent	 0 5 10
<b>Urinkontrolle</b> Inkontinent Gelegentlich inkontinent Ständig kontinent	 0 5 10
<b>Toilettenbenutzung</b> Abhängig von fremder Hilfe Benötigt Hilfe Selbstständig, benötigt keine Hilfe	 0 5 10
<b>Bett- bzw. Stuhltransfer</b> Abhängig von fremder Hilfe Erhebliche physische Hilfe beim Transfer erforderlich, Sitzen selbstständig Geringe physische bzw. verbale Hilfe oder Beaufsichtigung erforderlich Selbstständig, benötigt keine Hilfe	 0 5 10 15

<b>Mobilität</b>	
Immobil bzw. Strecke < 50 m	0
Unabhängig mit Rollstuhl, Strecke > 50 m	5
Unterstütztes Gehen möglich, Strecke > 50 m	10
Selbstständiges Gehen möglich (Hilfsmittel erlaubt), Strecke > 50 m	15
<b>Treppensteigen</b>	
Unfähig allein Treppen zu steigen	0
Benötigt Hilfe oder Überwachung beim Treppensteigen	5
Selbstständige Treppensteigen möglich	10



## Aktivitätsindex nach Katz

Der Aktivitätsindex nach Katz (36) beinhaltet die Aktivitäten des täglichen Lebens, wie Bekleiden, Baden, Toilettenbenutzung, Fortbewegung, Kontinenz und Essen und schätzt die Selbstständigkeit des Patienten ein (Tab.18).

Tab.18: <b>Aktivitätsindex nach Katz</b>	
Gruppen	Beschreibung
A	Völlige Selbstständigkeit
B	In einer Funktion abhängig
C	Patient benötigt Hilfestellung beim Baden und in einer weiteren Funktion
D	Patient benötigt Hilfestellung beim Baden, Anziehen und in einer weiteren Funktion
E	Patient benötigt Hilfestellung beim Baden, Anziehen, Toilettenbenutzung und in einer weiteren Funktion
F	Patient benötigt Hilfestellung beim Baden, Anziehen, Toilettenbenutzung, Fortbewegung und in einer weiteren Funktion
G	In allen Funktionen anhängig

## Benotung, Revisionen, Ursachen und Behandlung nach PFN

Tabelle 5:

**Benotung, Revisionen, Ursachen und Behandlung nach PFN**

Fraktur- klassifikation und Benotung	Patient, Alter in Jahren, Geschlecht	Ursache	Neues Implantat
A 2.1			
Note: 3	U.T., 87, w	cut out	Duokopfprothese
A 2.2			
Note: 1	G.R., 80, w  K.S., 91, w	cut out  peri- prothetische Fraktur	Duokopfprothese und Cerclage, PFN lang und Cerclage
Note: 2	E.R., 80, w M.V., 82, w H.B., 77, w	cut out periprothetische Fraktur Schraubenfehlage	Duokopfprothese PFN lang Schraubenkorrektur
Note: 3	G.M., 88, w	cut out	LISS, Winkelplatte, Duokopfprothese
Note: 5	H.B., 90, m	Ungenügende Adaptation	Langer PFN Cerclage
A 2.3			
Note: 2	H.S., 74, w	cut out	Duokopfprothese
Note: 5	H.F., 80, w	Z-Effekt	Schraubenkorrektur, Pallacosblombe
A 3.1			
Note: 1	R.B., 39, m	Hüftschmerzen	Metallentfernung
A 3.3			
Note: 3	H.D., 72, w E.E., 64, w	Rückläufige AR Rückläufige AR	Schraubenkorrektur, Schraubenkorrektur, Duokopfprothese, Girdlestone

Note: 4	M.V., 38, w	Pseudarthrose	Plattenosteosynthese Spongiosaplastik
Note: 5	G.K., 80, w	Ungenügende Adaptation	Cerclage Trochanter major
	A.W., 74, w	Ungenügende Adaptation	PFN lang Cerlage,
	G.M., 54, m	Ungenügende Adaptation	LISS
subtrochantär			
Note : 5	H.U., 60, m	Pseudarthrose	Plattenosteosynthese Spongiosaplastik

## Intraoperative Komplikationen PFN, Verlauf und Operateur in Abhängigkeit der Frakturklassifikation

Tab.6:

### Intraoperative Komplikationen PFN, Verlauf und Operateur in Abhängigkeit der Frakturklassifikation

Fraktur- klassi- fikation	Patient, Alter, in Jahren Geschle- cht	intraoperative Komplikationen	Verlauf	Implantat	Operateur
A 2.1	A.M., 83, w	Führungsdraht der Schenkelhalsschraube weicht in Krümmung ab, daher Einbringen der Schenkelhalsschraube ohne Führung, statische Verriegelungsloch lässt sich nicht besetzen, daher dynamische Verriegelung	komplikations- loser Verlauf	PFN (Titan, 11 mm), dynamische Verriegelung	Facharzt für Chirurgie
A 2.1	E.P., 85, w	11 mm Nagel nur mit Hammerschlägen ungenügend einzuschlagen, daher Tausch gegen 10, Schenkelhals-schraube 100 mm eingedreht und gegen 105 mm ausgetauscht	komplikations- loser Verlauf	PFN (Stahl, 10 mm), statische Verriegelung	Facharzt für Chirurgie

A 2.1	J.T., 90, m	Kirschnerdraht für Schenkelhalsschraube weicht beim Vorbohren ab und krümmt sich am Ende, aufbohren für Antirotationsschraube und Schenkelhalsschraube über das Schraubenloch des PFN gelingt nicht, daher Freihand bohren, nach einbringen der Schenkelhalsschraube, zeigt sich ein Versatz des gesamten Schenkelhalses nach medial, axiale Reposition korrekt, aber a.-p. Medialisierung des gesamten Schenkelhalses mit Abkipfung des Adamschen Bogens, als tolerabel eingeschätzt	Teilbelastung 20 kg für 6 Wochen	PFN (Stahl, 11 mm), statische Verriegelung	Facharzt für Chirurgie
A 2.1	I.W., 93, w	statische Verriegelung gelingt nicht, daher dynamische Verriegelung	komplikations- loser Verlauf	PFN (Stahl, 11 mm), dynamische Verriegelung	Facharzt für Chirurgie
A 2.2	L.A., 94, w	beim Einbringen des PFN kommt es zu einer sekundären Dislokation der Fraktur, es zeigt eine weit nach distal subtrochantäre Fissur, daher Entschluss zum PFN lang	komplikations- loser Verlauf	PFN lang (Titan, 10 mm), beide Verriegelungen	Facharzt für Chirurgie
A 2.2	I.F., 87, w	PFN mit Hammerschlägen eingebracht, dabei entsteht eine subtrochantäre Fissur	während Kranken- hausaufenthalt verstorben	PFN (Stahl, 11 mm), statische Verriegelung	Facharzt für Chirurgie

A 2.2	G.G., 47, m	beim Einschieben des Führungsdrahtes in Trochantermassiv Schenkelhals etwas disloziert, Vorbohren über Kirschnerdraht für Anti-rotationsschraube, Reibung zwischen Bohrer und Implantat, Entfernung der Bohrhülse, Aufbohren der Schenkelhalsschraube per Hand, da Akkubohrmaschine versagt	Fraktur übungsstabil, weil ohne mediale Abstützung	PFN (Titan, 12 mm), statische Verriegelung	Facharzt für Chirurgie
A 2.2	E.H., 80, w	zusätzliche Reposition beim Einbringen der 2 Kirschnerdrähte für Schenkelhals- und Antirotationsschraube notwendig, fragliche Innenrotation trotz gerader Patella, trotzdem 10° Überkorrektur	10 ° Innen-rotation, komplika- tions- loser Verlauf	PFN (Stahl, 11 mm), statische Verriegelung	Facharzt für Unfallchirurgie
A 2.2	D.H., 75, w	distalen Verriegelungen lassen sich nicht über Zielgerät einbringen	komplika- tions- loser Verlauf	PFN (Stahl, 12 mm) beide Verriegelungen	Facharzt für Chirurgie
A 2.2	G.M., 88, w	Versuch 11 mm Nagel einzubringen, aber zu groß, daher 10 mm Nagel	cut out mit völliger Implantat-lockerung, Re-osteosynthese LISS, sekundäre Dislokation der LISS, Implantation Winkelplatte, letztlich Implantation Duokopfprothese	PFN (Stahl, 10 mm), statische Verriegelung	Facharzt für Unfallchirurgie
A 2.2	A.M., 84, w	statische Verriegelung nicht möglich	komplika- tions- loser Verlauf	PFN (Stahl, 11 mm), dynamische Verriegelung	Arzt in Weiterbildung

A 2.2	I.R., 74, w	einbringen des PFN schwierig, weil Fraktur disloziert, dann korrekte Implantatlage	komplikations- loser Verlauf	PFN (Stahl, 12 mm), statische Verriegelung	Arzt in Weiterbildung
A 2.2	G.R., 80, w	11 mm PFN erweist sich beim Einbringen als zu groß, Tausch gegen 10 mm Nagel	postoperativ subkutaner Abszess Hüfte, Revision und Debridement, im weiteren Verlauf cut out Implantation einer Duo-kopfprothese, Refixation Trochanter mayor mittels Cerclage, Hüftgelenkluxation und Reposition und Drahtextension	PFN (Titan, 10 mm), statische Verriegelung	Facharzt für Chirurgie
A 2.2	B.S., 80, w	statische Verriegelung über Zielgerät nicht möglich, Verriegelungsbolzen zieht dorsal am Nagel vorbei, einbringen freihändig	komplikations- loser Verlauf	PFN (Stahl, 11 mm), statische Verriegelung	Facharzt für Unfallchirurgie
A 2.2	P.T., 94, w	ein Kirschnerdraht muss korrigiert werden, postoperativ 2 Frakturlinien lateraler Femur	Hämatomrevision, postoperativ nur noch mit personeller Hilfe mobilisierbar	PFN (Stahl, 11 mm), statische Verriegelung, eine Cerclage	Facharzt für Chirurgie
A 2.3	U.M., 75, w	beim Aufbohren des Markkanals Repositionsverlust mit erneuter Reposition, abschließend korrekte Stellung	Antirotations-schraube deutlich rückläufig	PFN (Stahl, 10 mm), statische Verriegelung	Facharzt für Unfallchirurgie

A 3.1	L.U., 83, w	beim Einbringen der Antirotationsschraube kommt es zum Verhaken der Führungshülse, so dass die Schraube erst zum Schluss eingedreht wird, die Antirotationsschraube verfehlt PFN, Entfernung der Antirotationsschraube	20 kg Teilbelastung angeordnet, sonst komplikationsloser Verlauf	PFN (Stahl, 10 mm), statische Verriegelung, zwei Cerclagen	Facharzt für Unfallchirurgie
A 3.1	E.W., 78, w	statische Verriegelung aufgrund eines Hindernisses nicht möglich	komplikationsloser Verlauf	PFN (Titan, 10 mm), dynamische Verriegelung	Arzt im Praktikum
A 3.3	G.K., 80, w	intraoperativ Fraktur im Bereich der lateralen und proximalen Schaftkortikalis, die unter Durchleuchtung fissural nicht weiter ausläuft, Stabilität kritisch eingestuft	erneute OP Adaptation des Trochanter durch Cerclage	PFN (Stahl, 10 mm), statische Verriegelung	Facharzt für Unfallchirurgie
A 3.3	L.K., 74, w	iatrogene Fraktur	während Krankenhaus-aufenthalt verstorben	PFN (Titan, 10 mm), statische Verriegelung	Facharzt für Unfallchirurgie
A 3.3	G.M., 54, m	beim Einbringen des Nagels Anheben des proximalen Fragmentes	Blutung A. fem. profunda rechts, interventionell behandelt, Wundrevision bei Infekt, tiefe Beinvenenthrombose, zerebraler Insult durch paradoxe Embolie durch offenes Foramen ovale, Implantation einer LISS, wegen Verschiebung der Fragmente um Schaftbreite	PFN lang (Titan, 10 mm), beide Verriegelungen	Facharzt für Unfallchirurgie



A 3.3	F.L., 88, m	beim Einschlagen des PFN, Dislokation der lateralen Wand bei genügender Reposition	komplikations- loser Verlauf	PFN lang (Titan, 10 mm), statische Verriegelung, eine Cerclage	Facharzt für Unfall- chirurgie
A 3.3	H.P., 71, m	beim Einschlagen des PFN, Dislokation der Fraktur, offene Reposition und Cerclage	komplikations- loser Verlauf	PFN (Stahl, 11 mm), statische Verriegelung, eine Cerclage	Facharzt für Unfall- chirurgie
A 3.3	H.R., 78, m	aufgrund der exazerbierten Psoriasis keine offene Reposition möglich	Teilbelastung 20 kg für 6 Wochen	PFN lang (Titan, 10 mm), beide Verriegelungen	Facharzt für Unfall- chirurgie
A 3.3	H.S., 73, w	Antirotationsschraube überragt Kopf, intraoperativ neuerliches Einbringen einer passenden Antirotationsschraube	komplikations- loser Verlauf	PFN lang (Titan, 10 mm), beide Verriegelungen, eine Cerclage	Facharzt für Unfall- chirurgie
A 3.3	G.T., 78, w	nach Einbringen des PFN Verschiebung der Fragmente dadurch offene Reposition notwendig	Wundrevision wegen Hämatom	PFN (Stahl, 10 mm), statische Verriegelung	Facharzt für Chirurgie
A 3.3	M.W., 74, w	Mehrfragmentfraktur lässt sich nicht genügend reponieren trotz Joystickmethode, Fraktur bei fehlendem Sitz des Nagels nicht belastungs-, sondern übungsstabil,	Teilbelastung möglich, Patientin verstirbt während des Krankenhausaufenthaltes	PFN (Stahl, 11 mm), beide Verriegelungen	Facharzt für Unfall- chirurgie
A 3.3	A.W., 74, w	Antirotationsschraube perforiert nach dorsal aus Femurkopf, erneutes Einbringen der Schraube, des Weiteren iatrogene Fraktur entstanden	Reosteo- synthese: offene Reposition und Fragment- adaptation mittels 2 Cerclagen, im Verlauf cut out, Frakturspalt noch abgrenzbar, proximales Fragment axial	PFN lang (Titan, 10 mm), beide Verriegelungen	Facharzt für Unfall- chirurgie

			Dislokatio ad latus um Schaftbreite, Pseudarthrose		
subtr.	W.G., 51, m	nach Reposition Außen- rotationsstellung des proximalen Fragmentes, nach- reponieren über Zielgerät, einschlagen des PFN	lagerungs- bedingte Parese des N. peroneus	PFN lang (Titan, 11 mm), beide Verriegelungen	Facharzt für Unfall- chirurgie
subtr.	H.I., 39, m	proximales Fragment lässt sich nur mittels Schanzer Schraube reponieren	komplika- tions- loser Verlauf	PFN (Titan, 10 mm), dyn- amische Verriegelung	Facharzt für Chirurgie
subtr.	A.L., 32, w	einfädeln des PFN in distales Fragment gelingt nicht, daher offene Reposition	Teilbelastung 20 kg für 6 Wochen	PFN lang (Titan, 12 mm), beide Verriegelungen	Facharzt für Unfall- chirurgie
subtr.	B.S., 55, w	Zieldraht des PFN verhackt sich mehrfach im Fraktur- spalt, auch PFN lässt sich nicht über Fraktur schieben, offene Reposition, Anti- rotationsschraube zu lang, Antirotations- schraube und Schenkelhalsschraube konvergieren, Aufbohren ohne Zieldraht, Reposition mit Dislokatio ad latus	Wundrevision wegen Hämatom	PFN (Titan, 10 mm), statische Verriegelung	Facharzt für Chirurgie
subtr.	U.H., 60, m	intraoperativ fällt mediale Schenkelhalsfraktur auf, verzögerte Frakturheilung der Femurfraktur	Entwicklung einer Pseud- arthrose, Metallentfer- nung, Platten- osteosynthese und Spongiosa- plastik	PFN lang (Titan, 10 mm), statische Verriegelung	Facharzt für Unfall- chirurgie

subtr.	R.R., 34, m	Reposition im Sinne Innenrotation und Verkipfung nach dorsal, nach Implantation minimale Einstauchung	Teilbelastung 20 kg für 6 Wochen, Wundrevision wegen Infekt	PFN lang (Titan, 10 mm), beide Verriegelungen	Facharzt für Unfall- chirurgie
subtr.	M.W., 60, w	nach Einbringen des PFN Entstehung einer subtrochantäre Fraktur, daher Implantation eines PFN lang	komplikations- loser Verlauf	PFN lang (Titan, 10 mm), beide Verriegelungen	Facharzt für Unfall- chirurgie
subtr.	E.G., 71, w	selbst offen konnte keine ausreichende Reposition der Fragmente erreicht werden, Wechsel auf ein LISS	im Verlauf Ausriss der distalen Schrauben mit Dislokation der Fraktur, Reosteo- synthese mittels LISS, erneuter Ausriss der Platte Impl- antation einer Duokopf- prothese	LISS Impl- antation anstatt des geplanten PFN	Facharzt für Unfall- chirurgie

## Fallbeispiele

In den folgenden Fallbeispielen sollen exemplarisch die Verläufe von pertrochantären Femurfrakturen der AO Klassifikation 31-A 2.2 und 3.3 dargestellt werden.

### Fallbeispiel 2 (G.M., 88, w)

Die Abbildungen 16-24 stellen den Verlauf einer pertrochantären Femurfraktur AO Klassifikation 31-A 2.2 dar.

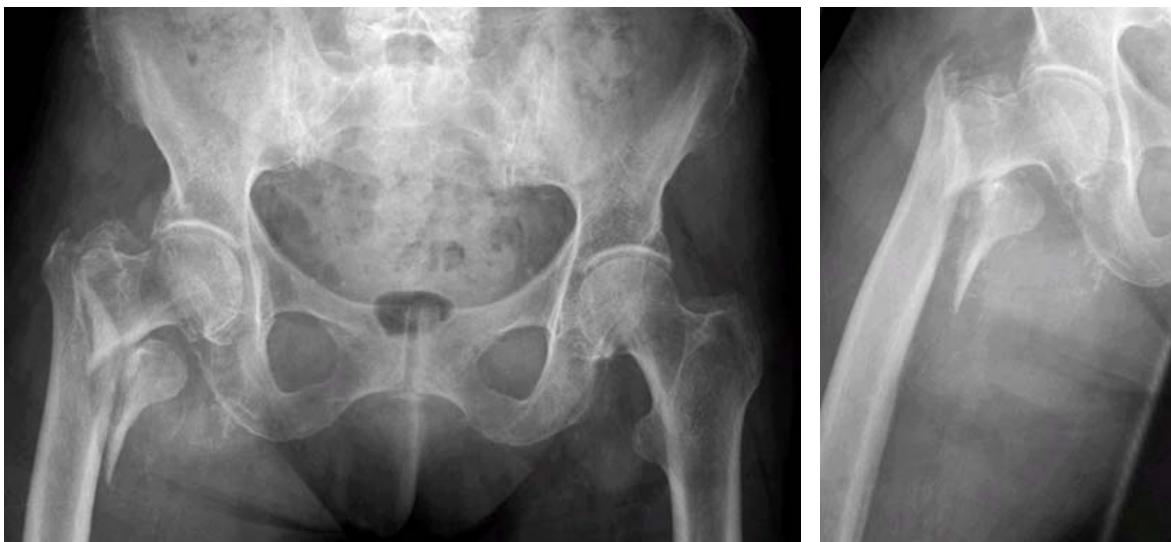


Abb.16: pertrochantäre Femurfraktur rechts 31-A 2.2 nach AO



Abb.17: Osteosynthese mittels PFN



Abb.18: 51. postoperativer Tag rückläufige Antirotationsschraube und Cut out



Abb.19: 51. postoperativer Tag Entfernung der Antirotationsschraube



Abb.20: 55. postoperativer Tag Implantation eines LISS



Abb.21: 96. postoperativer Tag  
Fragmentdislokation

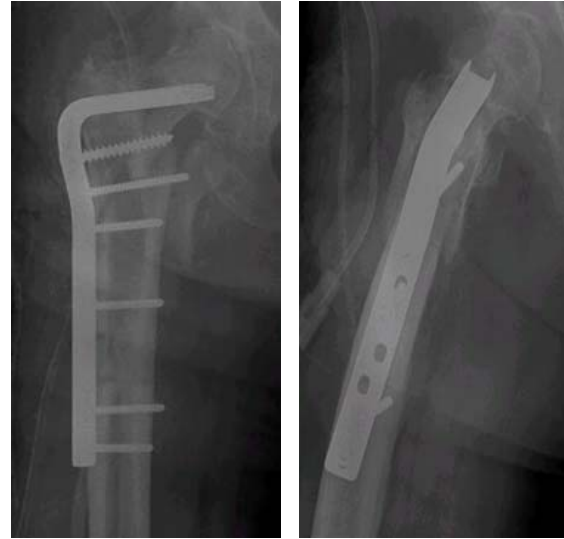


Abb.22: 98. postoperativer Tag  
Winkelplattenosteosynthese



Abb.23: 111. postoperativer Tag  
Fragmentdislokation



Abb.24: 123. postoperativer Tag  
Implantation einer Duokopf-  
prothese

Die primäre Versorgung der Fraktur mittels PFN zeigt intraoperativ eine anatomische Reposition und einen korrekten Implantatsitz, wobei in der axialen Ebene der PFN zentraler liegen sollte. Trotz des guten röntgenologischen Ergebnisses kommt es zu einem Auswandern der Antirotationsschraube und einem cut out. Im Verlauf können weder LISS noch Winkelplatte die Fraktur stabilisieren, so dass letztendlich die Implantation einer Duokopfprothese die definitive Versorgung darstellt. An diesem Beispiel soll der Grundsatz, dass ein Implantatversagen bei primär korrekter Versorgung durch eine H-TEP Implantation behandelt werden soll, verdeutlicht werden.

### Fallbeispiel 3 (H.E., 83, m)

Die Abbildungen 25-27 stellen den komplikationslosen Verlauf einer pertrochantären Femurfraktur AO Klassifikation 31-A 2.2 dar.



Abb.25: pertrochantäre Femurfraktur links 31-A 2.2 nach AO



Abb.26: Osteosynthese mittels PFN

Abb.27: 251. postoperativer Tag  
knöchern konsolidierte Fraktur

In diesem Fall soll gezeigt werden, dass der PFN bei gleichem Frakturtyp und korrekter Versorgung wie im Fallbeispiel 2 (Seite 78) zu einem sehr guten röntgenologischen Ergebnis geführt hat und zur Behandlung dieses Frakturtyps geeignet ist.

#### Fallbeispiel 4 (U.K., 46, m)

Die Fallbeispiele 4 und 5 sollen den Wert der Cerclage verdeutlichen, durch die eine korrekte Adaptation der Fragmente möglich wurde.

Die Abbildungen 28-30 stellen den Verlauf einer pertrochantären Femurfraktur AO Klassifikation 31-A 3.3 dar.



Abb.28: pertrochantäre Femurfraktur rechts 31-A 3.3 nach AO



Abb.29: Osteosynthese mittels Cerclage und PFN

Abb.30: 321. postoperativer Tag  
knöchern konsolidierte Fraktur



## Fallbeispiel 5 (A.A., 75, w)

Die Abbildungen 31-33 stellen den Verlauf einer durch Cerclage und PFN versorgten pertrochantären Femurfraktur AO Klassifikation 31-A 3.3 dar.



Abb.31: pertrochantäre Femurfraktur links 31-A 3.3 nach AO



Abb.32: Osteosynthese mittels Cerclage und PFN lang



Abb.33 93. postoperativer Tag  
in Konsolidierung begriffene  
Fraktur

Durch den Einsatz der Cerclage war es möglich, eine Adaptation der Fragmente zu gewährleisten.

## Danksagung

Ich möchte Herrn Univ.-Prof. Dr. med. E. Markgraf und Univ.-Prof. Dr. med. habil. K.H. Winker für die Überlassung des Themas, ihre kompetente fachliche Betreuung und die wertvollen Anregungen und Hinweise bei der Abfassung der Arbeit meinen herzlichen Dank aussprechen.

Weiterhin danke ich den Oberärzten Dr. med. A. Luther und R. Döring für die freundliche und kompetente Unterstützung. Mein Dank gilt Dr. Wilhelm für die wertvollen Hinweise der statistischen Auswertungen.

Bei den Mitarbeitern der radiologischen Abteilung, des Archivs und der EDV bedanke ich mich für die hilfsbereite Unterstützung bei der Durchführung der Röntgenaufnahmen und der Aktenrecherche.

Nicht zuletzt bin ich den Patienten und Angehörigen für Ihr Entgegenkommen während den Nachuntersuchungen zu Dank verpflichtet. Mein Dank gilt meinen Eltern, **Sandra+Arthur**, Ilka, Thomas Reinhardt, Peter Zimmermann und Gerda Hildenbrand.

## Lebenslauf

### Persönliche Daten

Name: Rico Ehms  
Geburtstag: 27.01.1970  
Familienstand: ledig, 1 Kind

### Schulbildung

1986-1988                      Erweiterte Oberschule Ilmenau

### Wehrdienst

11/1989-03/1990              Steigerwaldkaserne Erfurt

### Zivildienst

04/1990-10/1990              Kreiskrankenhaus Ilmenau

### Berufsausbildung

10/1988-10/1989              Vorpraktikum Kreiskrankenhaus Ilmenau  
11/1990-05/1991              Vorpraktikum Kreiskrankenhaus Ilmenau  
09/1991-03/1998              Studium der Humanmedizin FSU Jena  
04/1998-10/1999              Arzt im Praktikum Kreiskrankenhaus Ilmenau  
11/1999-03/2003              Arzt in Weiterbildung Chirurgie Kreiskrankenhaus  
Ilmenau  
07/2003-12/2003              Arzt in Weiterbildung Chirurgie Zentralklinik Bad Berka  
Thorax- und Gefäßchirurgie  
04/2004-10/2004              Arzt in Weiterbildung Chirurgie Ernst-Moritz-Arndt  
Universität Greifswald  
01/2005-12/2005              Arzt in Weiterbildung Chirurgie Zentralklinikum Suhl  
18/05/2006                      Facharztanerkennung als Facharzt für Allgemeine  
Chirurgie  
seit 01.07.2006                Gemeinschaftspraxis Dr. med. Krannich/  
Dr. med. Hofmann Zella-Mehlis  
Ilmenau, den 30.04.2007

## **Ehrenwörtliche Erklärung**

Hiermit erkläre ich, dass mir die Promotionsordnung der Medizinischen Fakultät der Friedrich-Schiller-Universität bekannt ist,

ich die Dissertation selbst angefertigt habe und alle von mir benutzten Hilfsmittel, persönliche Mitteilungen und Quellen in meiner Arbeit angegeben sind,

mich folgende Personen bei der Auswahl und Auswertung des Materials sowie bei der Herstellung des Manuskriptes unterstützt haben: Univ.-Prof. Dr. med. habil. K.H. Winker, Dr. med. A. Luther, R. Döring und Dr. Wilhelm,

die Hilfe eines Promotionsberaters nicht in Anspruch genommen wurde und dass Dritte weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen von mir für Arbeiten erhalten haben, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen,

dass ich die Dissertation noch nicht als Prüfungsarbeit für eine staatliche oder andere wissenschaftliche Prüfung eingereicht habe und

dass ich die gleiche, eine in wesentlichen Teilen ähnliche oder eine andere Abhandlung nicht bei einer anderen Hochschule als Dissertation eingereicht habe.

Ilmenau, den 30.04.2007